



33

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

الانسان والثروات المعدنية

تأليف

د. محمد فتحي عوض الله



سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978 بإشراف أحمد مشاري العدواني 1923 ـ 1990

33

الانسان والثروات المعدنية

تأليف

د. محمد فتحي عوض الله



المحتوى

المحتوى
المحتوى
المحتوى

المحتوى

تقديم

هذا كتاب عن (الإنسان والثروات المعدنية) آمل أن أكون قد وفقت في الإلمام بعناصره-وهي كثيرة وعميقة-بعد جهد مبذول، لا أمن به، وإنما أشعر بتمام الرضى عنه، وعرفاني بتوفيق الله فيه.

فان شعرت معي-عزيزي القارئ-أنني قد قاربت الكمال، فيه فذاك أمر أشكر الله عليه وأحمده، كما أشكرك على سعة صدرك، واستجابتك لإغراء عالم المعرفة، فنحن-جنود عالم المعرفة-نسعى لنقدم لك خلاصة مقروءة للآلاف من أبحاث العلماء المتخصصين، في عصر العالم ميزته، بل سداه ولحمته.

فأنت-عزيزي القارئ-وأنا، وعنصر التشويق ثالث ثلاثة، سنطوف في دروب عديدة، لنرى الإنسان، وكيف تعرف على الثروات المعدنية وكيف تفاعل معها، وكيف تكيفت بيئته بها، ثم كيف تكونت تلك الثروات، وتعددت مع الحضارات فوائدها، ثم الموقف العربي منها. ونختتم ذلك بحديث عن استراتيجياتها و بدائلها.. كل ذلك بأسلوب رجوت ألا أشق عليك فيه، محاولا البعد ما استطعت عن المصطلحات الأكاديمية، إلا ما حتمته الأمانة العلمية.

ذاك ما قصدت.. ولقد كان الله من وراء القصد، فالحمد لله،،،

دكتور محمد فتحي عوض الله

١ الإنسان وتفاعله البسيط مع الثروات المعدنية

مقدمة:

تناول السلف من عرب ومن عجم، في سائر أمم الأرض، هذا الكون بالتأملات الفلسفية والفلكية والطبيعية، بما يدل على أنهم لم يكونوا أقل تطلعا إلى المعرفة منا في زماننا، ولا هم بأقصر باعا في التطور العلمي المنظم من رجال عصرنا هذا. بل أن النشأة الأولى للكون كانت مثار الجدل منذ وعي الإنسان وجوده. وكانت بداياته في ذلك مأثورات تجريبية وأسطورية منقولة تداولتها شعوب البشرية الأولى. وكانت جميعها تسلم بوجود خالق لهذا الكون.. ومع تطور البشر، كان اليونان القدماء، اكثر من سابقيهم إحساسا بالكون، وفلسفة له.

وعلى رغم أن الإغريق هم الذين قاموا بقسط وافر، من الكشف عن المعالم الأولى للفضاء، وأضافوا إلى علم الفلك أشياء مهمة، إلا أن الكهنة في حضارات الأودية كانوا قد سبقوهم في ذلك بمدة كبيرة، خصوصا فيما كان يتعلق برصد النجوم. ولقد بلغ علم الفلك عند الإغريق، أعلى مراتبه في مدرسة الإسكندرية، على يد أمثال «تيموخارس

وأوستارخس».

و بعد اليونان جاء العرب، فقد بنى المأمون مرصدا عظيما في بغداد، حيث باشر أبو معشر رصد السماء، واستطلاع أبراجها. وأعقبه ابن يونس، ثم أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني (973- 1048) الفلكي المرموق والعالم العربي الجليل صاحب «القانون المسعودي في الحياة والنجوم».

الأرض وغلافها الجوي:

إن كل ما على الأرض من نباتات وما دب عليها وما زحف إلى ما مشى عليها برجلين أو أربع أو أربعين، إلى ما طار في هواء بأجنحة إلى ما سبح في ماء بذيل وزعنفة.. مخلوقات ومخلوقات. مائتا مليون من الأجناس والأنواع أو تزيد، ومع ذلك فهي جميعا، تجمعها في أصولها الأولى، جامعة واحدة.. وهي أخيرا الغلاف الحي للأرض، وعلى رأسها جميعا أنت وأنا: الإنسان رأس الخلائق جميعا على ما نعرف، وهو منذ تحضر طارد أكثر حيوان البرونباته، وبالطبع عندما تقل أحياء الأرض، تقل تبعا لها أحياء الهواء، أما البحار فيحمي أحياءها من تمدد الإنسان بمدنيته ماؤها. إلا أن تسهل سكنى الماء، وتؤلف كألفة البر.

وليس عالم من حيوان إلا سبقه وصحبه عالم من نبات. وهذا معنى من معاني الوحدة كبير. والنبات مجمع بين الماء بما فيه من أملاح ذائبة، هي أصلا من تربة الأرض ومعا دنها، وغاز في ا لهواء-غلاف الأرض ا لجوي- هو أكسيد الكربون و يصنع منهما ما شاء من غذاء، سكر وبروتينات ودهون. : باشتراط تواجد شيئين هما: المادة الخراء وأشعة الشمس.

من المسلمات أن توقيت بداية الحياة على الأرض ما زال مجهولا، وذلك بالنظر لأن الكائنات الحية الأولى لم تترك آثارا. و يذهب التخمين العلمي إلى أنها لم تظهر ألا منذ حوالي ألف أو ألف وخمسماية مليون سنة، وكان ظهورها الأول في الماء، أو على الطمي الرطب، في المستنقعات القديمة، ثم تعاقبت على الأرض آماد وأحقاب، تميز كل منها بمناخه وحيوانه. وان يكن قد مر على الأرض حين من الدهر طويل بين فجر الحياة وتكوين الحفريات فقد صار نسيا منسيا.. ثم إن بدء تكوين الحفريات كان نقطة تحول في تاريخ الحياة على الأرض.. فظهور الحفريات الأولى يسجل التاريخ الذي

بدأت فيه الكائنات الحية على الأرض صراعها من أجل البقاء.

الحقب:

وكان اكتشاف الحياة نوعا من التأريخ، ساعد الجيولوجيين أن يقسموا تاريخ الأرض إلى أحقاب متميزة. وقدروا عمر كل حقب منها، وحددوا مداه وفقا لحساب النظائر المشعة. وتتلخص الأحقاب التي تعاقبت على الأرض منذ البداية السحيقة، إلى الآن، على النحو التالي:

1- الحقبان الأركي والأول القديمان منذ 2000 مليون سنة إلى 500 مليون سنة، وهي فترة طويلة جدا من تاريخ الأرض استغرقت نحو ثلاثة أرباع التاريخ الجيولوجي كله. ولقد انقضى نحو بليون (ألف مليون) ونصف البليون من السنين الأولى منها قبل أن تتميز الحياة على الأرض بصورة واضحة.

2- الحقب الباليوزي (الحياة القديمة) من 500 مليون سنة إلى 200 مليون سنة، وفيه تطورت الحياة من الكائنات الأولية البسيطة، إلى أخرى اكثر تعقيدا.

3- الحقب الميزوزوي (الحياة المتوسطة) من 200 مليون نسمة إلى 70 مليون سنة، ومعه مزيد من تطور الحياة.

4- الحقب السينوزوي (الحياة الحديثة) من 70 مليون سنة إلى الآن، وقد سادت فيه عصور جليدية وتطورت الحياة اكثر، وظهرت الثدييات. وفي الجزء الأخير منه ظهر الإنسان.

وإذا قلنا إن الحياة مصدرها الشمس في السماء.. فان عناصرها الأولى في تراب الأرض ومعادنها.. فلو لم يكن تراب الأرض ومعادنها، لما كانت حشائشها ولو لم تكن الحشائش، لما كان حيوان، ولما كان إنسان..

كربون 14:

احدث المقاييس العلمية التي تقاس بها عصور ما قبل التاريخ مقياس الكربون 14، فنصف ذرات هذا الكربون تتحلل في بقايا الأجسام الحية خلال 5568 سنة يعمل فيها حساب فرق التقدير بنحو 30 سنة إلى الزيادة أو إلى النقصان، فإذا جمعت بقايا العظام أو الفحم الحجري فمن الممكن تقدير ما فيها من كربون 14، وتقدير الزمن الذي انقضت فيه حياة الكائن

الحي الذي تخلفت عنه تلك البقايا على حساب المقدار المتحلل من ذلك الكربون، فإذا كان هذا المقدار نصفا، فقد مات ذلك الكائن الحي قبل 5568 سنة، وإذا كان ذلك المقدار ربعا فقد انتهت حياته قبل فهو 11136 سنة، و يزيد عدد القرون كلما نقصت نسبة البقية الباقية من ذلك الكربون 14 بالمقابلة بينه و بين الكربون 12 (التسمية بمقدار الوزن الذري) مع ذلك الفارق القليل الذي يحسب فيه الحساب لخطأ التقدير.

إذا أخذنا ذلك في الاعتبار-بجانب أن غالبية الأديان الكبرى لم توجب عمرا محددا لخلق الكون أو لخلق الإنسان-نجد تاريخ الإنسان على الأرض يعود ألوف القرون إلى الوراء، وكشفت التقديرات العلمية عن أن أقدم بقايا لجسوم بشرية هي ما وجدت في أقاليم الجنوب الأفريقية، وقريب منها بقايا الإنسان التي وجدت في القارة الآسيوية بين الصين و بلاد الملايو.

تطور الإنسان:

قراءة التاريخ المكتوب تتطلب أن نعود به إلى أقدم الوثائق بداية. ومن ثم، نتتبع تسلسل الحوادث في سير الزمان، أنا إذا أردنا أن نحل رموز الوثائق الجيولوجية، فان علينا أن نعكس منهجنا، وأن نبدأ من المعلوم ثم نسير منه إلى المجهول، وأن نستعين بمعارفنا الأرقى، عن كل عصر متأخر، لتفسير ما وقع من الأحداث في العصر الذي سبقه مباشرة.

من حاضرنا، سنمضي ومشعل العلم الحديث في يدنا، نتعقب القديم فالأقدم، ثم الأكثر عمقا في المجهول، ولقد وجد أن ما يتسق مع ذلك التسلسل البحثي هو دراسة الأسانيد التي ادخرت في القبور القديمة، ثم الكهوف ثم المدرجات النهرية، ثم الرواسب الجيولوجية الأقدم والأكثر عمقا في المجهول.

وإذا تحدثنا عن تطور الإنسان، فإنما المعنى بذلك في الحقيقة، تاريخه الذي يبين كيف ومتى ومم جاء الإنسان بخصائصه الجسمانية وملكاته العقلية ومشيته المنتصبة وقدرته على النطق ؟ وذلك يستلزم لا شك تاريخا ابعد من التاريخ، أو تاريخا لأحداث وقعت قبل أن يكون في الدنيا يد حاذقة قادرة على التسجيل بآلاف السنين.

القبور والكهوف:

والتنقيب في القبور القديمة، وجمع ما فيها من أدوات، كالأسلحة والحلي والأواني، و بقايا الأجسام، قد مكن الدارسين في بعض بلاد أوروبا-مهد الحضارة الآنية والعلم الحديث-من تقسيم قبور ما قبل التاريخ إلى ثلاثة أنواع:

قبور لا تحتوي على أشياء معدنية..

قبور بها أدوات وأسلحة حجرية..

قبور بها أسلحة وحلى من البرونز وأدوات من الحديد.

(شكل - ١)

وهذا التقسيم دل على تعاقب ثلاثة عصور، فالمقابر ذات الأدوات البرونزية أقدم من ذات الأدوات الحديدية، والتي تحتوي على أسلحة من الحجر أقدم من التي تضم أدوات من البرونز !.. أذن هناك عصر حجري، وعصر برونزي، وعصر حديدي. وكانت تلك بداية أسلوب جديد في كتابة التاريخ، تحول إلى علم مقنن ألقى بأشعته على كثافة المجهول.

هذه الكهوف من الأحجار الجيرية كانت ملاذا وسكنا استعملها الإنسان القديم، في حياته اليومية، أو لدفن موتاه، خلال أحقاب طويلة من الأزمنة القديمة. ولم يكن سكان الكهوف هؤلاء ممن يعنون بالنظافة، فتراكمت في أرضيات الكهوف بقاياهم وأدواتهم، ودفنت كل تلك الأشياء تحت مخلفاتهم. وساعد على دفنها بسرعة ما كان يهب عند فوهات الكهوف من أتربة، أو يتساقط من أسقفها من قطع صخرية أو رذاذ ماء محمل بالأملاح الجيرية، وهكذا يرتفع قاع الكهف تدريجيا، حتى يصبح تحت مواطئ سكانه عشر أقدام أو نجوها من مختلف الطبقات، تمثل كل منها سجلا تاريخيا طال عليه القدم. أضف إلى ذلك أن سكان تلك الكهوف كانوا كثيرا ما يدفنون موتاهم في أرض مساكنهم.

وهكذا عادت الكهوف بتاريخ الإنسان إلى أبعد مما وقفت عنده أقدم القبور واستغرق عصر الكهوف مرحلة طويلة من مراحل الزمان، وكان لا بد من تسمية الأدوات الحجرية-أقدم ما عثر عليه في القبور-بالأدوات الحجرية الحديثة Neoliths سمي عصرها، بالعصر الحجري الحديث. وأما الأدوات الحجرية الأقدم، والتي عثر عليها في الكهوف، فتسمت بالأدوات الحجرية

القديمة Palaeoliths وسمي عصرها بالعصر الحجري القديم.

قصة الإنسان بين القبور والكهوف:-

كانت في الكهوف طبقات، وكان من الميسور التمييز بين طبقة وأخرى من طبقات أرض الكهف. بما تحتوي عليه من أنواع الأحجار القديمة، وبهذا أدرك الباحثون أنه لم يكن هناك عصر حجري واحد، وإنما كانت هناك عصور حجرية قديمة متتابعة، يتميز كل عصرنها عما سبقه وعما تلاه بالنمط الذي صنعت به أدواته الحجرية، مع تتابع الأنماط بشكل عام.

ولقد لوحظ، أنه مع تعدد البلاد والأماكن التي تدرس فيها الكهوف، فان نفس الثقافات الحجرية القديمة تتواجد، بل وتتعاقب، بذات الترتيب. ومعنى ذلك أنه إذا نشأ نمط معين في إقليم معين، فان ذاك النمط كان ينتشر تدريجيا في بقية الأقاليم، و بعد أن يمضي على ذلك زمن، يقصر أو يطول، يعقبه نمط آخر، وهكذا . أرضية الكهف تتغطى بطبقات. وكل طبقة تستغرق زمنا طويلا، فهي أذن لعصر بعينه، أو لفترة بذاتها . وتسمت تلك الفترات بحسب أماكن اكتشافاتها، ومع المضاهاة والترتيب، ونسبة تلك الفترات بعضها إلى البعض الآخر كانت قصة الإنسان مسجلة في التربة على النحو التالي:

الفترة الاشيلية (الأقدم) 000 42 سنة، ثم الفترة المستيرية والفترة الاوزنياكية والفترة السولترية، والفترة المجدلينية، ثم الفترة الآزيلية، منذ نحو 10000 سنة، وبها ينتهي عصر الكهوف، و يبدأ عصر القبور القديمة، أو العصر الحجري الحديث (من 8000 إلى 2000 سنة ق. م) وبعدها عصر الحديد..

وتلك جميعها تقديرات موقوتة، قد تأتي الكشوف العلمية الحديثة بما يزيدها أو ينقصها أو حتى ينقضها، ومع ذلك، فنحن نعلم علم اليقين أن عصر الكهوف قد انتهى بعد انصرام العصر الجليدي الأخير.

بدراسة تلك العصور الكهفية، وجد أن العصر المستيري (بدايته منذ نحو 40 ألف سنة ق. م) يعد أقدم العصور الكهفية الحقيقية، و يزيد من أهميته، أنه يحتوي على عظام وثقافة جنس من البشر يختلف كل الاختلاف عن أي جنس من الأجناس. البشرية-التي تعيش الآن، فهو أكثرها بدائية.

وعرفوه باسم (إنسان النيندر) Neanderthal Man تميز ذلك المخلوق بجمجمة عجيبة التكوين، ومخ كبير نسبيا، كانوا خلائق، قصارا غلاظا، يترنحون في مشيتهم. وقد انقرض هؤلاء القوم عند نهاية العصر المستيري.

بواسطة المخلفات الكهفية تمكن الإنسان في العصر الحديث من تتبع التاريخ إلى الوراء، خلال أمد استغرق قرابة أربعين ألف عام، أو اكثر، حتى بلغ زمنا كانت تعيش فيه أناس تختلف عنا تمام الاختلاف، كما سبق الوصف. ولكن جسم هذا النوع، وسعة حافظة المخ فيه، وطرائق معيشته، جميعها تدل على أنه كان إنسانا حقيقيا، على الرغم من بدائيته. ولهذا كان على العلم الحديث إذا أراد أن يبلغ مطلع الإنسانية بأكثر من ذلك، أن يلجأ إلى نوع آخر من التاريخ، ذلك هو النوع الذي سطرته الأنهار ومجاري المياه. فالنهر-أي نهر-لا يستقيم في سيره قط. وإنما يتخذ أكثر من مجرى على طول حياته وينحت موضعا من شاطئ له، ليملأ بالغرين موضعا آخر، ومن ثم، لا يكون قاع النهر بما تكدس فيه، وما حمل إليه من بقاع شتى، شريطا طويلا ضيقا وسط الوادي، وإنما يكون طبقة متسعة تحت حقول الوادي من حول المجرى، وبهذا يخط كل مجرى من مجاري الأنهار شيئا من التاريخ على قيعان الوديان، أو كما يقول البعض: كأن الطبيعة كانت تعجب بأعمال الإنسان في الماضي، فابتكرت مجاري الأنهار لتحتفظ لها بسجل ما قام به من أعمال على أرصفتها ومدرجاتها، على طول جوانب الوديان العميقة.

وهكذا، فمع الإنسان وغزوه لغياهب الماضي، نجده على طريق البحث بدأ بالقبور القديمة، ثم بالكهوف ثم هو حاول حل رموز تاريخ الإنسان، المستخرج من السجلات التي دونتها الأنهار... و ينجح في المحاولة و يصبح هذا الفن علما من العلوم الحديثة، للبحث عن بدايات طريق البربرية أو البشرية في هذه الحياة.

وليس معنى أن ندخل في حلقة جديدة من حلقات التاريخ، أن هناك حدا فاصلا بين هذه وتلك، من الحلقات التاريخية، بمعنى انتهاء عهد الكهوف بحضاراته، ليبتدئ عصر السجلات النهرية بحضارات أخرى جديدة. فإن الأمر ليس كذلك تماما، وإنما هي حلقات متداخلة. فنجد في أحدث طبقات المدرجات الدنيا للسجلات النهرية، أو أقربها إلى السطح، نفس السجلات التي وجدناها في الكهوف، أي نفس تتابع الأدوات عينها

الصوانية، وأنواع الحيوانات المنقرضة بذاتها، وأشكال العظام الإنسانية عينها. ولذلك نستطيع أن نغض الطرف عن أحدث مخلفات المدرجات وهي مخلفات العصر المجدليني والسوليتري والأورنياكي والمستيري، وتقتصر على الإشارة إلى ما تدل عليه من اضطرابات أحدثها الجليد وهي لذلك تقع جميعها ماعدا الجزء الأقدم من الفترة المستيرية إبان العصر الجليدي الأخير.

وفي فترة عصرين جليديين سادت فترة طويلة قدرت بنحو45 ألف سنه هي عصر الثقافة الأشيلية، ازدهرت فيها أدوات صنعت من الصوان، أما الفؤوس اليدوية، التي تعرف أحيانا (بقبضة اليد) و بذلك يصل بنا العلم إلى فترة من فترات تطور الإنسان، تقع قبلنا بنحو 120 ألف سنه. وكانت الثروات البيئية الطبيعية، ومنها الثروات المعدنية تمده بأسباب حياته و بقائه.

وجاءت قبل الفترة الأشيلية تلك فترة أخرى سابقة للثقافات، طويلة الأمد، لا يكاد يعرف عنها شيء وسميت باسم ما قبل الفترة الأشيلية. وترجع بنا مخلفات ما قبل الفترة الأشيلية تلك إلى العهد الذي يطلق عليه علماء طبقات الأرض، اسم العهد الأحدث Pleistocene ولهذا العهد أهمية كبرى لدى العلماء الذين يدرسون تطور الإنسان. ففي فجره، اكتسبت حيوانات العالم الحية أشكالها التي نراها اليوم..

وهناك افتراض بأن الإنسان قد اشترك في حركة التطور، التي سادت في ذلك الزمان، وأنه بدأ يكتسب هذه السمات، التي تميز نسله الحالي.

بدأت الحياة على الأرض، في مستهل العهد الأحدث هذا البليستوسين تتخذ مظهرها الحديث. ومن ثم وضع هذا العهد على رأس سلسلة جديدة من فصول تاريخ المعالم، سميت باسم (الحقب الرابع) Quaternary، يفصل زماننا-اليوم عنها قرابة 200 ألف سنة في عرف البعض، و يصل إلى مليون سنة في رأي الآخرين. وتلك هي المراحل التي بلغها ضوء العلم الحديث تتبعا لبدايات البشرية على الأرض.

ولقد كان من محاسن الصدف أن الإنسان قد بكر غاية التبكير في صنع أدواته وأسلحته من الأحجار، إحدى مفردات الثروات ا لمعدنية، ذلك أن الدارسين قد استطاعوا أن يقتفوا أثره إلى بداية العهد الأحدث، بتتبع

آثاره الحجرية غالبا، وعظامه المتحجرة أحيانا. ومن ذلك ما وجد، كأثر من آثار ما قبل الأزمنة الأشيلية للفك الأسفل، لإنسان عثروا عليه في (هيدلبرج) فسمى بذلك Heidelberg Man و بدراسة الفك السفلي لهذا الإنسان القديم، أمكن تصور بعض الصفات. فهو لإنسان ضخم قوي، لا يوجد له بتلك الصفات شبيه بين الأجناس البشرية المعروفة التي تعيش في وقتنا الحاضر.

كذلك عثر في رواسب الفترة ما قبل الأشيلية، أو الفترة المتقدمة من فترات العهد الجيولوجي الحديث، على بقايا حفرية لنوعية أخرى من الأناسى سموه إنسان بلتدون Piltdown Man نسبة إلى مكان عثروا عليه فيه، في إنجلترا وأعيد تصوير الجمجمة، وصولا إلى التعرف على حجم المخ، الذي قاد صاحبه ذاك، في تيه الحياة، عبر طريق للبربرية طويل. ووجد أن مخ ذلك الإنسان البلتدونى، من حيث الحجم، اكبر من متوسط مخ الأجناس البشرية الدنيا التي تعيش الآن. ولكنه من حيث صفاته اكثر سذاجة و بدائية من مخ أي إنسان حديث. ومع ذلك، فهو جنس يقترب اقترابا عجيبا في صفات جمجمته من الإنسان الحديث، حتى ليمكن القول بأنه اقرب إليه في هذه الصفات من إنسان النيندرتال الذي كان إنسانا في فعله وانفعاله، كما ينعكس ذلك من حجم وصفات مخه، ومن أدواته الحجرية التي تدل على قصد وحذق، ومن جرأته ومهارته في الصيد والقنص. ويمثل(شكل-2) بعض الاسلحة القديمة التي استعمل الانسان فيها الصوان. واستمرارا في العودة إلى الوراء في غياهب الماضي، نترك العهد الأحدث Pleistocene الذي وضع على رأس سلسلة الحقب الرباعي، لنمضي إلى العهد الحديث المتأخر Pliocene الذي سبق البليستوسين.

وعلينا الآن أن نمضي للبحث في مستقرات أخرى، فقد تقدم دليلا أو تعطي برهانا، والمستقر الجديد هذه المرة هو مصبات الأنهار، فالنهر، و بخاصة إبان فيضانه، يحمل نماذج كاملة أو مهشمة من جميع الكائنات التي كانت تعيش وتنمو بين المرتفعات المحيطة بضفتيه، ليلقي بها عند مصبه، أو ما جاوره من شواطئ فتغوص في القاع. ، وتتكون منها سجلات جيولوجية، من ذلك يتضح أنه عند الشروع في البحث عن مخلفات إنسان العهد الحديث المتأخر كانت المجاري النهرية منطقة عمل هامة. وهي كذلك لم تزل عند البحث عن إنسان العهد الأحدث، ذلك أن الأنهار كلها تكتب

التاريخ، وقارئ التاريخ عندئذ هو الجيولوجي، العالم بطبقات الأرض، والذي يخبرنا بأن العهد الحديث المتأخر الذي نحن بصدد الحديث عن متابعة تاريخ الإنسان فيه، قد استمر ربع مليون سنه تقريبا، في رواسب ذلك العهد عثر على أدوات صوانية عرفت بالأحجار الفجرية Eoliths وظل أصلها الإنساني مشكوكا فيه لفترة طويلة، حتى تمكن العلماء من التمييز بين قطع الصوان، التي سويت عن قصد، وتلك التي سوتها الطبيعة أو المصادفة، عندما أخذ الشك الذي كان يحيط بأحجار الفجر يتناقص، وإذا صح أن الإنسان لم يصبح خلال تطوره مستعملا للأدوات، إلا عندما وصل مخه إلى مرحلة معينة من مراحل الارتقاء، فان الأحجار الفجرية، تمثل تمثيلا حسنا ما بلغته يد هذا الإنسان من تجارب في صنع الأدوات.

ثم تجيء هذه الخطوة التالية.. انه إنسان جاوةPithecanthropus الذي عثر على بقاياه في الطبقة التي أرسبها نهر من الأنهار في المنطقة الشرقية من جزيرة جاوة البركانية، أبان العهد الحديث المتأخر(200-300 ألف سنة قبل زمن الحاضر)، ومن البقايا التي وجدت في القارة الأفريقية بتنجانيقا الجمجمة التي عثر عليها الدكتور ليكي Leaky، في شهر يوليو سنة 1959، ومن البقايا التي عثر عليها في القارة الآسيوية إنسان بكين في سنة 1978 ووجد معها بقايا حيوانين يظن أنها كانت صيدا لصاحب الجمجمة وبجانبها وجدت أسلحة حجرية، ولذلك تسمى ذلك الإنسان صاحب الجمجمة باسم علمي، معناه الإنسان الزنجي Zinjan thropus، له فك ضخم وضروس قوية، وقدر عمر ذاك الإنسان بنحو 600 ألف سنة، ومن المحقق بما استنتج من ذلك الكشف العلمي أن الإنسان القديم الذي دلت عليه تلك البقايا كان يستخدم الآلات الحجرية و يستعين في كفاح أعدائه من الحيوانات الضارية بنصيب من الذكاء لم يكن معهودا في حيوان منها. فهو في أقدم عهوده مميز بالعقل والنطق وهما صفتان إنسانيتان لا تنفصلان عن استخدام الآلة ولا عن الخاصة المميزة للحيوان الناطق من اعتدال القامة ومطاوعة اليد للإرادة في حالات المشي والوقوف، ولولا ذلك لما استطاع الإنسان أن يستخدم السلاح وأن يصنعه لإصابة الحيوانات الضارية من بعيد.

أن أهم خصائص الإنسان هي الذكاء، والقدرة على التعلم، وقوة الشعور وهو يدين بهذه الصفات لمخه. وليست قصة تطور الإنسان في الواقع إلا

قصة تطور مخه، لا تطور المظهر الخارجي لجمجمته، ولقد وجد أن مخ إنسان جاوة يهبط من ناحية الحجم تحت الحد الأدنى لحجم المخ الإنساني مباشرة أي أنه كان على أبواب الإنسانية، بمخ كان قد بدأ يتفهم أوليات الأشياء، وأن الغريزة كانت لا تزال تسيطر على سلوكه إلى حد كبير. ولقد وجد أن:

سعة حافظة مخ إنسان جاوه من 900 إلى 940 سم 3 ونظام تلافيفه إنساني خالص. وسعة حافظة المخ عند الفيلان مثلا 520- 650 سم 3 ونظام تلافيفه على ذات القاعدة، وان لم يبلغ المرحلة الإنسانية، وسعة حافظة مخ إنسان بلتدون 1400 سم 3. أما سعة حافظة المخ عند الإنسان المتحضر المعاصر فهي 1500 سم 3.

وهكذا يدلنا إنسان جاوة على أنه قد عاش في العهد الحديث المتأخر خلق بدائيو التركيب أمخاخهم وملكاتهم العقلية أحط كثيرا من أمخاخ المحدثين وملكاتهم ولكن هل وهب هؤلاء القوم ملكة النطق أم لم يوهبوها فذاد شيء لم يدرك حتى اليوم، بيد أنه من الملاحظ أن في قالب مخ إنسان جاوة قد ظهرت جميع المناطق التي تتصل بعملية النطق، وأكبر الظن أنه كان قد ظهر لديه نظام للإشارات الصوتية في حالة بدائية. وأقل ما يمكن أن يفترض هو أن محاولات الإنسان الأولى في سبيل النطق كانت قديمة قدم محاولته الأولى في صنع الأدوات واستخدام الثروات المعدنية وتفاعله البسيط معها.

ولقد تأكد للعلم أن قامة الإنسان قد بلغت كامل تطورها قبل نهاية العهد الحديث المتأخر وأننا إذا أردنا أن نبحث عن سواحل تطورية أخرى في هذا الصدد فيجب علينا أن نرجع بأبحاثنا إلى عهد جيولوجي أقدم، ولكن الثابت أن أجدادنا الأقدمين كانوا إنسانيين في قامتهم، قبل أن يكونوا إنسانيين في عقولهم بأمد طويل، وأن بعض السمات الخارجية للقردة كانت لا تزال تشاهد بوضوح في جماجهم وفكوكهم حتى هذا الزمن المتأخر، زمن نهاية العهد الحديث و بداية العهد الأحدث وكانت السبيل في ذلك، عبر القبور القديمة ثم عبر الكهوف ثم عبر الجروف.. ويحتم علينا نهج البحث الآن أن نمضي أكثر ونمضي أبعد في غياهب الماضي المجهول، عبر عصور جيولوجية.. وان تكون أزمانها بالنسبة للتاريخ الجيولوجي ذاته متأخرة

كثيرا فلقد كنا مع عهود امتدت إلى الوراء حتى العهد الأحدث المتأخر الذي هو في حد ذاته الفصل الأول من طائفة جديدة من فصول تاريخ الأرض.

وقد انتهى العهد الأحدث ذاك-بداية الحقب الرابع-عندما تراجعت الطبقة الجليدية متقهقرة إلى الدائرة القطبية، و بدأ الفصل الثاني من هذا الحقب منذ 20- 12 ألف سنة تقريبا، أي عندما بدأ العالم الإنساني يتخذ سماته الحديثة. وعندما وضح أن الإنسان قد قدر له أن يحدث انقلابا خطيرا على وجه الأرض، بعد أن استقر تطوره الجسماني، واتخذ صورته النهائية واستمر تطوره الاجتماعي، مع تطور علمه وفنه، وصناعته وتقنيته حتى خرج بها من نطاق جاذبية الأرض-التي ارتبط بها عشرات الألوف من السنين-هو وما معه من كائنات حية أخرى إلى أجواء الفضاء في عصرنا الحالي.

بلغنا أذن مع العلم إلى أقدم عصور الحقب الرابع فنحن نسير باتجاه الأقدم.. .

ونخطو الآن في ظلمة الماضي البعيد عبر العهد الأحدث إلى العهد الحديث المتأخر، نهايات الحقب الثالث.. ومن العهد الحديث المتأخر إلى العهد الحديث الأوسط.. Miocene ولا ننسى أن أعمار تلك الأزمان، تقدر بمجموع سمك الطبقات الرسوبية التي ترسبت أبانها ودوامها..

ثم تبلغ عهد الضحى الحديث Oligocene

وهكذا نصل إلى أول فصل من سلسلة فصول الحقب الثالث وأقدمها وهو عهد الفجر الحديث Eocene وهذه العهود تبلغ بطول الحقب الثالث نحو 30 مليون سنة، ولكن مهما تعددت الآراء بشأنها فإن أهميته هنا (الحقب الثالث) هي أنه يضم في رواسبه آثار نشأة قسم هام من أقسام الفقاريات يرضع صغاره، وكل أفراده مع استثناء قليل، تحمل أجنتها في أرحامها، ولعل وجود رحم تسكنه الأجنة، وتتغذى فيه حتى يتم نضجها، يدل على مرحلة من مراحل التطور والارتقاء، جعلت نشوء الإنسان آخر الأمر مستطاعا. وإذا كانت بدايات الإنسان من هنا في اكثر احتمالاتها فليس من المفيد أن ننتقل إلى مرحلة جيولوجية أبعد، في ماضي الزمان، لنبحث عن مولده في الحقب الثاني من أحقاب تاريخ الأرض، ذلك لأن فصول الحقب

الثاني تشمل عصر الزواحف.

خلاصة القول، أن جميع الشواهد تدل على أن الإنسان هو أحدث ما تطور من الكائنات الحية، وأكثر ما تغير مخها.

وقد مر على بدء ظهوره قرابة مليون سنة، ولم يصل حجم حافظة مخه- في نظر بعض العلماء-إلى المرحلة الإنسانية الدنيا، إلا عند انبثاق العهد الأحدث أي منذ حوالي 200 ألف سنة تقريبا.

الإنسان في علم الحيوان وعلم الاجتماع:

يقول «شابمان بنشر» «في كتابه عن تعليل التطور» انه لا احتمال لتسلسل الإنسان من القردة كما نعرفها، لأن القردة منفردة بتركيب خاص، يستحيل تشريحيا أن يتطور منه تركيب الإنسان، إذا كان الإنسان قد نما له خلال مليون سنة دماغ اكبر وقامة أقوم، ويد-فوق كل هذا وذاك-أصلح للتناول والتصرف بالاستعمال.

ذلك هو الإنسان...

ولعل من المفيد أن ننظر في الإنسان من وجهة نظر علماء الحيوان، فالإنسان عند علماء الحيوان من فصيلة الأوائل Primates من مرتبة الثدييات من بين قبيلة الفقاريات Vertebrates وتسمى الأوائل أحيانا بأشباه البشريات Anthropoids، وفي عرفهم تشتمل على الأناسي Hominidae والقردة العليا Siminidae وتميز الإنسان باعتدال قامته واتساع دماغه، ولكن الرأي الغالب اليوم هو أن النوع الإنساني بمزاياه التي بقيت له اليوم مخالف في. الخصائص الإنسية لإنسان الحفريات القديمة، وأن هناك اختلافا غير قليل بين أناسي الحفائر من ناحية، والإنسان الذي يطلق عليه اليوم اسم الحيوان الناطق أو العارف أو المميز Homo Sapiens-من الكلمتين اللاتينيتين (هومو) بمعنى بشرو(سابيين) بمعنى ذوقهم أو ذو إدراك أو ذو كياسة.

وكمحصلة للعلوم الحديثة، ومن تفاعلاتها البعض مع البعض الآخر تبلورت الصورة القائلة بأن ذوي الإدراك وجدوا وانتشروا على جهات متقاربة من العالم القديم، منذ العصر الجيولوجي المعروف بالميوسين. وأنهم كانوا يومئذ على حالة متوسطة بين الحيوان الناطق وطبقة بشرية دون ما نعرف، ثم تميزت خصائص الإنسان بعد ابتداء العصر الجليدي منذ نحو مليون

سنة، فلقد كانت العصور الجليدية محنة لكل المخلوقات ومن بينها الإنسان، وكان على كل أن يصارع من أجل البقاء، ولكن الإنسان الذي استخدم الآلات وصاغها من العظام والحجارة والمعادن لا يعرف له تاريخ جلي قبل مدة تتراوح في تقدير العلماء بين مائتي ألف سنة ومائة ألف سنة، وكانت بداية انتشار الجماعات الإنسانية بين قارات العالم القديم الثلاث، منذ العصر الحجري الأول ثم تلاه العصر الحجري الحديث الذي تميز فيه الإنسان بأكبر مزاياه، وهي الحياة الاجتماعية، والقدرة على استخدام الآلات والنار، وتسخير سائر المخلوقات، فملك بذلك زمام الخليقة، وبلغ منذئذ المنزلة التي استحق بها أن يسمي نفسه سيد المخلوقات، ويعتقد بعض علماء السلالات البشرية أن الإنسان تقدم شأوه الأول في صراعه للحيوان وظواهر الطبيعة، ثم تقدم شأوه الثاني والأهم في صراعه بينه وبين أبناء نوعه، من هنا كانت بدايات التفرقة في مواقع السكن، ومن ثم اختلفت السلالات بحسب الإقليم والمناخ والظروف، فكانت سلالات رئيسية بيضاء وسمراء وصفراء وسوداء..

ولقد قال أفلاطون قديما رأيه الفلسفي حول سلسلة الخلق العظمى، هو مذهب كاد يوازي مذهب التطور وان اختلفا بداية وغاية، قسم العالم إلى عالمين، كبير وصغير فأما الكبير Macrocosm فهو الكون كله بما اشتمل عليه من كائنات علوية وسفلية، ومن مراتب روحية ويهيمية ومادية، وأما الصغير Microcosm فهو الإنسان الذي أن ارتفع ارتفع إلى مرتبة سامية جدا عقلا وتدبيرا، وإن هبط فإلى المرتبة البهيمية وما دونها. كما أن بالإنسان خصائص مادية وحيوانية وروحية وعقلانية.

وكان للفكر العربي تعبيره الواعي الجميل والجامع في تناوله لقضية الإنسان، كما في القول:

دواؤك فيك وما تشعر
وداؤك منك وما تفكر
وتزعم أنك جرم صغير
وفيك انطوى العالم الأكبر

وما زالت مكانة الإنسان في هذا الكون موضع جدل وبحث انتقل من الفلسفة إلى العلوم الحديثة، مثل علوم الحياة والحيوان والإنسان وغيرها.

ومسك الختام قول الخالق القادر: ولقد كرمنا بني آدم..

كما رأينا سابقا استباح علماء النشوء والتطور لأنفسهم أن يرجحوا وقوع تحول الأنواع وتقدم الإنسان جسدا وعقلا منذ ألوف السنين، ولكن ليس من بينهم من أباح لنفسه أن يتنبأ بتطور واحد سيحصل غدا، أو بتحول واحد مرجح. والعذر في ذلك أن دلائل التطور الماضي لم تزد عند القائلين بها على أن تكون بعض الظنون الراجحة، ولم تبلغ عندهم علم اليقين. فالحديث عن الماضي رسم لطريق، والحديث عن المستقبل إنشاء لطريق وهما عملان لا يتساويان إطلاقا. و يقف الإنسان مهما علم دون الثاني عاجزا تماما..

ولقد وضع عالم بيولوجي كبير وهو «مداوار» الفائز بجائزة نوبل عام 1960 سؤالا هكذا: هل يتأتى للإنسان أن يمضي متطورا غدا كما تطور بالأمس، أو أن هناك أسبابا تدعو إلى الظن بأن هذا التطور قد بلغ أقص مداه ؟.

وأجاب نفس العالم على سؤاله بما خلاصته إن مستقبل الإنسان الطبيعي مستكن في كيانه، وإنه يملك وسائل التهذيب الاجتماعي، ولكنه لا يقدر على أحداث أثر لم تكن مولداته مطوية في استعداده، وإن الأجراس التي تدق له دقات الخطر على حياته النوعية، أو الفردية هي نفسها جزء من تلك الحياة، وكذلك العلاج الذي يحتال به على الخطر بعد الانتباه إليه، إنما هو من عقار أرضه، ووصفات طبه. هل نتذكر هنا ثانية مقولة الفكر العربي:

دواؤك منك وما تشعر

وداؤك منك وما تفكر

التطور أذن هو تطور الشخصية الإنسانية التي هي عاطفة وعقل وضمير، وليست مجرد أعضاء ووظائف وخلايا وأعصاب.

يقول العالم العربي الكبير الدكتور أحمد زكي يرحمه الله: (وحدة الله تتراءى في وحدة خلقه، وعظمة الله تتراءى في بديع صنعه، حقا فالحديث في التطور يؤدي إلى الاعتقاد بوحدة الحياة على الأرض. بمعنى أن ثمة صلة مشتركة وثيقة بين الكائنات الحية جميعا.

والإنسان يعتبر الكائن الحي الوحيد الذي استطاع أن يتحكم في البيئة

ويتحدى الظروف برا وبحرا وجوا . ولكنه لم يفعل كل ذلك، نتيجة لاكتسابه خصائص بيولوجية جديدة، بتصميمات لم تعهد من قبل، وإنما كان ذلك نتيجة لنوع جديد من التطور، لم يكن موجودا على الأرض من قبل، وظهر بظهور الإنسان، ذلك التطور الجديد اصطلح العلماء على تسميته بالتطور الاجتماعي، وهي عملية جديدة نشأت كنتيجة للتطور العضوي، ولكنها مختلفة عنه في الكيف. إذ أن التطور الاجتماعي يعمل في البنيات الاجتماعية للإنسان، بينما التطور العضوي يعمل في البنيات الوراثية للكائنات الحية. وكما يعتمد التطور العضوي أساسا على توارث-صفات جسمية عن طريق التزاوج الجنسي بين الأفراد، وله دوافع وقوى محركة، مثل الانتخاب الطبيعي، فكذلك الحال في التطور الاجتماعي، فإنه يعتمد على عمليات عقلية كالتعليم وتوارث المعرفة، التي هي من صميم النظام الاجتماعي الذي نعيش فيه والتي تتأثر هي الأخرى بتزاوج الأفكار والثقافات المختلفة، بين أبناء البشر الذين لم تعد تفرقهم مسافات أو تفصل بينهم حواجز، كما كان الحال من قبل.

وكما أن التطور العضوي عملية ديناميكية تتطلب الاندفاع والحركة، فكذلك المجتمع الإنساني لا بد أن يكون ديناميكيا متحركا هو الآخر، وتتحصر دوافعه إلى ذلك في ثلاثة أمور:

المعرفة: وتتطلب مسئولية البحث عن الحقيقة وإذاعتها في النظام الاجتماعي.

الاختبار: و يتطلب مسئولية أخلاقية في اتباع ما هو حق وخير.

الغرض: ويهيئ القوة اللازمة لتوجيه الاختيار والقيم إلى الخلق والخير.

وهذه الطاقات والمسئوليات، ليست سجايا عامة، تتصف بها جميع الكائنات المعروفة، ولكنها مقصورة على الإنسان، ذلك الكائن العاقل المفكر المسئول.

وكما تلعب عملية الانتخاب الطبيعي دورا هاما، في سير التطور العضوي عن طريق إظفار وتوجيه الفروق والاختلافات الوراثية التي بين الأفراد على مدى الأجيال، لتلائم البيئة، كذلك الحال في التطور الاجتماعي فثمة عملية انتخاب طبيعي أيضا بالنسبة للصفات الإنسانية التي بين الأفراد.

مستقبل الإنسان:

والآن، ما هو مستقبل الإنسان وموقفه في الكون من التطور بشكل عام؟.

يعتقد البعض استنادا إلى الأدلة المستقاة من تاريخ الحياة في الماضي بأن عملية التطور لا تزال تعمل من حولنا، ولا يستطيع أحد أن يتكهن بما سيؤول إليه أمر الإنسان، و يعتقد آخرون بأن التطور قد انتهى بالإنسان، ذلك المخلوق الذي يمثل أعلى حد من التنظيم للمادة والطاقة معا، وأنه كان الغاية المرجوة من التطور العضوي، كما أن التطور المرتقب هو ذلك النوع الآخر الجديد، أي التطور الاجتماعي. كما أن هذا الإنسان بما له من قدرات وطاقات جديدة-استطاع أن يتحكم بها في القضاء على بعض الكائنات في الطبيعة وإذلال البعض الآخر وإخضاعه لسلطانه-سوف لا يدع مجالا لنوع اخرمن الكائنات الحية ليتفوق عليه في المستقبل، وبمعنى آخر سيتحكم هو نفسه في سير عملية التطور، إن لم يقض على نفسه بنفسه أو لم تصبه أحداث غير منتظرة.

والمعتقد أيضا أن هذا الإنسان لم يتطور كثيرا من الناحية البيولوجية خلال بضعة الآلاف الماضية من السنين-فإذا قدر له أن يوجد خلال الألف أو الألفين القادمين من السنين فسوف لا يختلف كثيرا في تركيبه التشريحي أو الوظيفي عن الإنسان الحاضر، الذي اتفقت الآراء على أنه بلغ غاية الكمال في التركيب. وعلى ذلك فإن ما يتصوره البعض من خيالات أو صور لإنسان المستقبل، مختلفة عما هو الآن، ليس لها في الواقع أسانيد قوية..

2 الإنسان والبيئة والثروات المعدنية

مصادر الثروات البيئية:

جرت العادة على تقسيم مصادر الثروة البيئية إلى قسمين أساسيين هما:

مصادر الثروات البيئية المتجددة..

ومصادر الثروات البيئية غير المتجددة..

هناك بعض المصادر مثل الفحم والحديد والبترول.. وغيرها من مفردات الثروات المعدنية، لا يمكن اعتبارها مصادر متجددة-إذا قورنت بالغابات أو الأسماك أو ما إليها من ثروات بيئية أخرى متجددة-إلا أن عناصر النتروجين والفوسفور والحديد والكثير غيرها من عناصر هي في الحقيقة مصادر للثروة البيئية تكاد تعتبر متجددة أيضا، وان تكن فترات التجديد متطاولة بالمقارنة مع مصادر الثروة البيئية الحية مثل الثروات النباتية والحيوانية، فلكل عنصر دورته في الطبيعة، و يرجع تجدد مصادر الثروة غير الحية إلى ما يعرف بالدورات الجيوكيميائية والبيوجيوكيميائية التي تعمل بطريقة تضمن تجمع أو تعقيد المركبات الكيمائية المشتملة على تلك العناصر بنفس السرعة

التي تتفكك فيها. فما هو معروف أن المواد والعناصر التي تتكون منها الكتل الحية (بروتوبلازم الكائنات) وكذلك الكتل غير الحية (المكونات الفيزيائية والكيميائية للأرض) تكون في تقلب وتحول مستمرين من العالم البيولوجي (الكائنات الحية) إلى العالم الطبيعي (الطبيعة ومكوناتها).. ولعلنا نذكر هنا القانون القائل بأن المادة لا تفنى ولا تستحدث.. ويحدث هذا التقلب والتحول بعدة عوامل من بينها مساعدة أنواع مختلفة من الكائنات الحية، وفي كثير من الأحيان يكون التحول الدوري للعناصر المهمة بيولوجيا-والتي تشكل في النهاية مصدرا من مصادر الثروة البيئية-تحولا بسيطا جدا من وجهة النظر الكيميائية، فعلى سبيل المثال تستخدم الكائنات الحية الفوسفور في صورة أيون فوسفات يدخل في تركيب المواد العضوية المعقدة المك,نة لأجسام وهياكل تلك الكائنات، وعند موت خلايا هذه الكائنات فان أيون الفوسفات يتحرر مرة أخرى في صورة فوسفات غير عضوي بفعل عملية كيميائية تسمت عملية التميؤ (الهدرسة) Hydrolysis وخلال جميع مراحل هذه الدورة فان أيون الفوسفات لا يتغير بالنسبة لتكافئه الكيميائي. وعلى العكس من هذا فان بعض العناصر الأخرى تمر بعملية تحول لا تقتصر على انتقالها من الوسط الحي إلى الوسط غير الحي فحسب، بل يطرأ عليها تغير في حالتها المؤكسدة وتكافئها. و يعتبر مثل هذا التغير مميزا لعناصر الكربون والأكسجين والنتروجين المتجددة وغير ا لمتجددة.

يتضح من ذلك أنه من الصعب أن نضع حدا فاصلا بين المصادر البيئية المتجددة وغير المتجددة، فكما رأينا فان عناصر الحديد والفوسفور والنتروجين تعتبر متجددة تماما، سواء بسواء كما تعتبر المصادر الحية متجددة، هذا إذا نظرنا إلى المجموعة الأولى من زاوية تأثرها بالدورات البيوجيوكيميائية. ولماذا نذهب بعيدا ؟ فعناصر التربة ومعادنها هي مع ضوء الشمس أساس كل عشب.. ثم أن كل عشب سيتحول إلى لحم.. ثم أن كل لحم مآله التراب مرة أخرى.. ومن ثم فلا يجب أن نقصر الثروات الطبيعية في تعريفات محددة، كمتجددة وغير متجددة، وإنما هناك تحول دائم. والأمر فقط في حالة الثروات المعدنية مثلا يتطلب وقتا أطول.. ..

من هنا، فلعل الأفضل أن نقول أن مصادر الثروة البيئية، تنقسم إلى أقسام ثلاثة رئيسية هي:-

* مصادر ثروة بيئية دائمة كالشمس والهواء والماء.. لا ينضب لها معين..
*مصادر ثروة بيئية متجددة أو على استمرار لانهائي مثل الثروات النباتية والحيوانية، إذا أحسن استغلالها.. .
* ثم مصادر ثروة بيئية متجددة في بطء ثقيل-حتى ليجد البعض أن من الأفضل تسميتها بغير المتجددة، ولكننا أن شئنا التحري العملي لذلك.. فهي متجددة وإلا فأين تذهب عناصرها ومرادها ؟ ونحن نعلم أن المادة لا تفنى ولا تستحدث.. . ولكنها قد تتحول من صورة إلى صورة، والتحول مستمر وبطء التحول لا ينفي الاستمرارية.. وباطن الأرض لم يزل يغذي قشرتها بالمعادن، والمعادن لم تزل تتفاعل وتنتشر وتتجمع.. فالعمليات مستمرة.

الثروات المعدنية

وموضوع بحثنا هنا الثروات المعدنية وما يتعلق بها يدخل في باب الثروات المتجددة في بطء أو غير المتجددة.. . فالثروات المعدنية هي بلا شك من أساسيات العصر الصناعي الحالي وعماد الخمارة الآنية، واستنزاف الإنسان اليوم لهذه الثروات دائم ومستمر بل و يشكل خطرا مستقبلا على موارد الإنسان، فالاستدرار المتواصل لا في باطن الأرض من فحم وبترول ومعادن ومياه جوفية ينذر بمدى ما سوف تتكبده الأجيال القادمة من نقص متزايد، قد يبلغ حد المجاعة في هذه المصادر والطاقات. إنها مصادر غير متجددة بشكل عام، ما يستنزف منها يذهب إلى غير رجعة، على الأقل في زمان لا نقول ندركه بل لا نكاد نتخيله. فكل هاتيك المفردات للثروات غير المتجددة إنما تكونت عبر ملايين الملايين من السنين. وقبل أن يأتي الإنسان بزمان-ولا سبيل إلى إعادة تكوينها أبدا-على الأقل في منظورنا نحن البشر-وهكذا، فانه يمكن القول بأن الإنسان قد بدأ حياته على الأرض وهو يعمل جاهدا لحماية نفسه من سيطرة البيئة واحتدام غوائلها، ثم تطورت الأمور بين الإنسان والبيئة مع تطور ما اكتسبه من علم، وما ابتدعه من تقنيات إلى أن يكون هو اليوم المسيطر بل والموجه للجهاز البيئي من حوله، وانقلب الميزان وتعالت الأصوات تنادي بحماية البيئة من عواقب ما يفعل الإنسان.. إذ لما يفعله بالحتم نتائج جد وخيمة-مع تقدم الزمان-إذا ما شبهنا الجهاز البيئي

بحاسبة إلكترونية على درجة كبيرة من التعقيد، ترتبط كفاءتها ومحصلة فعاليتها بمدى التعاون الوثيق بين ما تحتو يه من شتى العناصر والدارات التي تكفل لها صلاحية الإنتاج والتشغيل، فإذا ما ألم بأحد عناصرها أو داراتها عطب أو خلل، فلا يحول ذلك دون أن تواصل عملها، وهي تستمر ولكن بكفاءة أقل. أما إذا كثر العطب وتفشى الحلل فقد تنهار الحاسبة الإلكترونية بأكملها.

كذلك هو الحال في النظم البيئية، حيث يعمل الإنسان باستمرار على تعطيل بعض المدارات أو استنزاف بعض العناصر.. مثل المصادر غير المتجددة كالفحم والبترول والمعادن والمياه الجوفية.. ذلك فيما يتعلق بموضوع بحثنا هذا فقط..

الزيادة السكانية:

و يعد الإنسان بما اكتسب من علم وبما استحدث من تكنولوجيا هو المستثمر الرئيسي لما في البيئة من مصادر للثروات. كما تعد عناصر البيئة بمثابة الثروة الخامدة التي لا يقدح زناد استثمارها سوى جهد الإنسان، واستجابة خصائص البيئة لمثل هذا الجهد الدؤوب والفعال. ومع توالي التقدم التكنولوجي ومع ازدياد حدة الانفجار السكاني، سوف تحدث لا شك مجاعة في هذه الثروات.. خاصة إذا ما ألقينا نظرة على ما يتوقع من زيادة في السنوات القليلة القادمة على النحو التالي:

الدول والمجموع	السنوات بمليون النسمة			
	1970	1985	2000	2050
الدول المتقدمة	1082	1256	1441	2040
الدول المتخلفة	2510	3490	4688	8320
المجموع الكلي	3593	4746	6129	10360

جدول 1 الزيادة السكانية المتوقعة حتى منتصف القرن المقبل

وقد ذكر باركس في عام 1963 أنه لو استمر النمو السكاني بمعدلاته الحالية فستكون النهاية الحتمية للإنسان هي أحد احتمالات ثلاثة:

أما نقص شديد في المواد الغذائية، وأما تفشي الأمراض أو الحروب، وأما قيام الإنسان بمحاولة جادة لمنع الوصول إلى مثل هذه النهاية الأليمة، هذا وليس خافيا علينا تفشي الحروب اليوم ولو بحثنا عن أسبابها الحقيقية لوجدناها تشير إلى مصادر الطاقة الرئيسية في عالم اليوم-البترول-وكذلك مناجم المعادن الاستراتيجية الهامة للصناعات المعاصرة، سواء للحروب أو للتنمية ومع ذلك فالاستنزاف مستمر والإنسان لا ينظر وراءه أبدا..

التوازن البيئي:

ولكن لا بد للإنسان في كل ما يقوم من تغييرات في الجهاز البيئي أن يأخذ في الاعتبار ما يتميز به هذا الجهاز من ثبوت ديناميكي، بمعنى أنه ثبوت مرتبط بمحصلة التفاعل بين عدة قوى، فإذا طرأ خلل على إحدى هذه القوى-نتيجة لمناشط الإنسان المتعددة-استتبع ذلك تغيرات بيئية بعيدة الأثر، إذ المعروف أن الإنسان يعتمد اعتمادا مطلقا في حياته وتقدمه على البيئة وما فيها من مصادر طبيعية وعليها يعتمد في تطوير معيشته ومؤسساته الاقتصادية والاجتماعية بل وفي وجوده ذاته.

وإذا كان الإنسان يمثل العقل الراعي والمدبر للجهاز البيئي، فبسلامة هذا العقل الموجه يستقيم الجهاز و يؤتى أطيب الثمرات، و بنقصه أو التوائه قد يفسد هذا الجهاز أو يحل به الانهيار، مما يسبب للإنسان في النهاية أفدح النكبات. فنجاح الأمم في عصرنا الحالي-وفيما يلي من عصور-مرتبط بمدى استغلال الإنسان لما في الجهاز البيئي الذي يحتويه من إمكانيات ومصادر للثروات والطاقات. وتتباين الأمم وتختلف الشعوب فيما بينها من حيث ما لديها من قدرات علمية وتكنولوجية تجعلها تحسن أو تسيء استغلال جهازها البيئي. فمن الشعوب من استغلت الإمكانيات البيئية المتاحة لها، فتقدمت في مضمار الحضارة والمدنية، ومن الشعوب من قنعت بالإمكانيات البيئية المتاحة دون جهد أو ابتكار، فكان لها سوء المآل.

والدارسون للبيئة يعلمون تماما ما يسمى بالتوازن البيئي.. فالكائنات الحية مثلا في أي نظام بيئي بالإضافة إلى تفاعلها مع بعضها البعض،

تتفاعل مع بيئتها الطبيعية وما حولها من كتل غير حية كالماء والهواء والتربة، وما التربة إلا معادن.. فقد وجد أن المواد التي تتكون منها تلك الأجسام هي في تحول مستمر بين العالم البيولوجي والعالم الطبيعي، أي بين الكائنات الحية والطبيعية ومكوناتهما. فالمواد التي يبنيها النبات مثلا مصدرها مواد بسيطة يمتصها من التربة وعندما يتغذى الحيوان على النبات تنتقل هذه المواد إلى كائنات عديدة أخرى تبني بها أجسامها، فإذا ماتت هذه الكائنات تتحلل أجسامها بفعل الكائنات المترممة، وتعود المواد غير الحية إلى التربة مرة أخرى. و يشترط لكي ينتفع النبات بعناصر البيئة أن توجد تلك العناصر في الصورة الكيميائية المناسبة، فإذا أخذنا. النتروجين كمثال، فإننا نجد أنه متوفر في الهواء الجوي بنسبة كبيرة، فهو غاز رئيسي بالهواء. ومع ذلك فان النبات لا يستطيع أن ينتفع به إلا إذا كان متحدا مع الأكسجين في صورة نترات أو متحدا مع الأيدروجين في صورة نوشادر. وهكذا يهبط الجزء المتاح للنبات من النتروجين إلى نسبة تتراوح بين 0,0001 إلى 0,001 ٪ من المحتوى الكلي للنتروجين في الطبيعة.

ومثل ذلك كل العناصر المكونة للمادة الأم في هذا الكون، و بالتالي في كرتنا الأرضية وما بها من صخور ومعادن.. لكل العناصر دورات في الطبيعة، وهي أما دورات بيرجيوكيميائية، بمعنى أنها دورة حيوية جيولوجية، أو أنها دورة حيوية طبيعية، أي تدخل المادة الحية في تكوينها في أحد مراحلها.. أو دورات جيوكيميائية، لا تدخل المادة الحية في مراحلها.. ونأخذ مثلا لذلك دورة عنصر الفسفور.

دورة الفوسفور:

الأرض كما بينا ميدان تفاعل للكثير من الطرق الجيوكيميائية، فوق السطح وفي الأعماق، فكثير من التغيرات الكيميائية في الأرض قد حدثت خلال التطور الجيولوجي الكبير والطويل لها. وكل ما على السطح أو في الطبقات العليا للأرض، يشارك في بطء وتعقيد في عملية هجرة وانتقال العناصر الكيميائية، هذه الهجرة أو الانتقال أو التحول في المادة، تشكل اضطرابا أو تغييرا جذريا في التركيب الشكلي والكيميائي للصخور والمعادن، وتكون النتيجة صخورا جديدة ومعادن جديدة، ذوات صفات جديدة. تلك

الهجرة العنصرية، يمكن أن تسمى كذلك بالدورة العنصرية التي تنقسم إلى دورتين اثنتين: عظمى وصغرى.

فأما الدورة الصغرى، فهي ما تتم عادة تحت التأثير المباشر لعوامل الغلافين الجوي والمائي.

وأما الدورة العظمى فهي مرتبطة ومحددة في مستويات أعمق، داخل الغلاف الصلد للأرض.

وعموما، فان الظواهر والقوانين التي تتعلق بالدورة الصغرى تختلف أساسا عن غيرها التي تحكم التبلور في المصهور الصخري في أعماق الباطن. ومن هنا نتبين أن الدورة الصغرى تبدأ من الصخور الصلدة المتبلورة وتنتهي بالصخور الرسوبية. ومن ثم كانت عظيمة الأهمية فيما يتعلق بكيفية تكوين المواد التي تشكل غلاف الأرض السطحي، بمعنى أنها عامل فصل وغربلة ثم تركيز، للعديد من المواد، فتحيلها إلى خامات اقتصادية.

فإذا ما نظرنا في الدورة العظمى وجدناها تبدأ من حيث الصخور المنصهرة، ثم تنتهي بصخور يعاد صهرها في الباطن-مارة بصخور رسوبية بالطبع-طبقا لعوامل جيولوجية مختلفة..

وانتشار الفوسفور-.أو بالأحرى مركباته في الأرض-أمر غير منكور، حتى لقد تمكن «فيلبس. ب» من إيراد قائمة تحوي نحوا من 141 معدنا، فيها نسب تزيد على 1٪ من أملاح حامض الفوسفوريك، بمعدلات متغيرة بالطبع، ولقد ناقش العالم «و. لندجرن» الدورة الجيولوجية العامة لعنصر الفوسفور في الطبيعة، من خلال المركبات الطبيعية التي تتكون اثر اتحاده بعنصر أو بأكثر من العناصر الطبيعية ووجد أن أهم المركبات الفوسفورية أو أملاح حامض الفوسفوريك، إنما توجد على هيئة معدن يسمى «الاباتايت» أو هي قد تتجمع من خلال عمليات التركيز المختلفة، التي هي التجوية والتعرية والنقل ثم الترسيب في بعض خامات الحديد أو عروق البيجماتايت. ثم مع تأثيرات العوامل الطبيعية أو الكيميائية من جديد تتحول إلى فوسفات الحديد والألمنيوم، تلك التي تجد في النهاية طريقها إلى البحر فتترسب على قاعه في شكل رواسب جيرية فوسفاتية بطريق أو بآخر. تلك الرواسب، بعد زمن جيولوجي-قد يكون طويلا وقد يقصر-وبحسب قانون التوازن المشهور في علم طبقات الأرض، قد تتعرى من مياه تغطيها، وترتفع لتصبح

يابسة تعافي من جديد من عوامل التعرية. وقد يكون من نتائج ذلك وتكراره تركيز بعض تلك الرواسب الفوسفاتية، بحيث تصبح خامات معدنية اقتصادية هامة. واستطرادا مع ذكر أبحاث العالم «لندجرن» نجده يتطرق إلى وصف مصير عنصر الفوسفور أو المركبات الفوسفورية، على النحو التالي:

تصل المركبات الفوسفورية إلى البحر أو المحيط، وفي مياه المحيط يركز الفطر الأزرق المخضر-أحد الأحياء المائية الدقيقة العديدة-الفوسفور، ثم على ذلك الفطر تتغذى الحيوانات البحرية، وفي تسلسل كبيرها يأكل الصغير، كما تأكل بعضها الطيور البحرية، وعلى ذلك النحو، نجد انه من خلال ست نقلات أو نحوها، للمركبات الفوسفورية، يصل الفوسفور الذي كان أساسا في مياه البحار والمحيطات إلى حالة تركيز أما بتجمع عظام الحيوانات البحرية بعد موتها، أو بتجميع الإفرازات والفضلات الحيوانية وأشهرها ما يسمى بالجوانو، أما عن كيفية وصول المادة الفوسفورية إلى المحيط فذلك يتم عبر الفتات الصخري المحمول بالأنهار إلى البحار، وتبعا للعالم «كلارك» فلقد وجد أن المادة الذائبة أو المحمولة والتي تنقل من اليابسة إلى البحر بالأنهار والقنوات والسيول تبلغ في تقديره نحو 3840 مليون طن متري في كل سنة.

والميزان الجيوكيميائي لعنصر الفوسفور يبين أن ما يصل البحر في السنة من عنصر الفوسفور هو 708 جرام لكل طن من الرواسب، وهذه تشكل جزءا من ملوحة البحر العامة بما يساوي ١ ,0 جرام لكل طن مياه..

وفي البحر يحدث الترسيب فتتكون الصخور الرسوبية بشكل معتاد يعرفه الدارسون جمعيا، وعبر طرق ثلاثة، وليس بسواها يتم الترسيب إلا إذا اضطربت الأحوال:

1- بعمليات التبخير التي تؤدي إلى التركيز ومن ثم الترسيب.

2- الترسيب بعوامل كيميائية حيوية تؤدي إليها أو تقوم بها الأحياء البحرية المختلفة.

3- الترسيب كنتيجة لنشاطات الأحياء المائية في بناء أصدافها.

ومع ذلك، فيجب أن لا ننسى أن الأصل في العناصر، هو الصخور النارية الآتية من اللب المصهور للأرض. والفوسفور كما نعلم يدخل ضمن مكونات تلك الماجما، مصدر الصخور النارية. وتلك مكونات الطبيعة وأصولها

الأولى، وليس لنا أن نسأل عما وراء ذلك. فبالترسيب في ظروف خاصة يتكون الصخر الفوسفاتي أو الفوسفورايت. ولقد وجد بالتحليلات الكيميائية أن الفوسفورايت يحتوي على نسبة ملحوظة من الفلورين تتراوح أحيانا بين 2 , 3٪ و بعديد من الدراسات الجيوكيميائية، تبين أن أية إضافة من الفلورين إلى مياه البحر أو المحيط-وليكن من خلال فترات نشاط بركاني مثلا-تكون سببا وجيها وطبيعيا وعمليا للظروف الخاصة التي تؤدي إلى نوبات ترسيب فوسفات الكالسيوم الثلاثي (الفوسفورايت) بالجملة في البحار والمحيطات، التي تكون قد تغيرت ظروفها بما يؤدي إلى تركيب طبقي لتلك الصخور، وبطبقات تبلغ في السمك أمتارا كذلك هناك شاهد أخر على لرأي السابق، فقد وجد أن من أهم معادن الفوسفورايت معدن يسمى «الفلوراباتايت». وقابلية هذا المعدن للذوبان أقل بكثير من قابلية فوسفات الكالسيوم الثلاثي العادي وعلى ذلك يترسب «الفلوراباتايت» في وجود الفلورين، حيثما وجدت منه كميات. كافية، أو إضافات متجددة. وقد لوحظ أن هناك رابطا بين كثرة الرواسب الفوسفاتية والظواهر البركانية، التي كانت تسود زمان ومكان الترسيب قي الماضي، والتي أعطت الحاضر أهم جامات الفوسفات مثل الرواسب الاقتصادية الهائلة الممتدة من الجزائر إلى تونس شرقا ومراكش غربا، في شمال أفريقية.

وهكذا تتشكل البيئة الصالحة التي تخرج لنا في مصانع الطبيعة بعض كنوز الأرض على شكل خام اقتصادي، بيئة تحددها بعض خطى الدورة الجيوكيميائية لعنصر الفوسفور، بدايتها الصخور النارية المتصاعدة من باطن الأرض.. وغايتها الرسوبيات في قاع بحر أو محيط عبر طريق طويل طويل.. ولكن قد يأخذ عنصر الفوسفور-مثلا لكل العناصر-طريقا آخر عبر فتات الصخر الذي لا ينقل إلى البحر وإنما يكون و ينشئ التربة الزراعية، تلك التي. تشغل من القشرة الأرضية حيزا صغيرا، وتكون من بعد للبذرة رحما وللنباتات مهدا، وهي عندئذ نقلة-مع غيرها من نقلات- إلى دورة بيوكيميائية أو كيميائية حيوية للعنصر.

بيئة الغلاف الجوي:

قبل أن أتناول البيوكيميائية للعنصر-أي عنصر-أحب هنا أن أتناول في

شيء من الاختصار، بيئة الغلاف الحيوي للأرض. يتكون الغلاف الحيوي للأرض من النباتات والحيوانات ثم الكائنات الدقيقة. و يشغل هذا الغلاف الحيوي الجزء الأسفل من الطبقة الجوية السفلى في الغلاف الجوي للأرض، ثم جل الغلاف المائي تقريبا، ثم هو يكون بالإضافة لذلك طبقة رقيقة على الغلاف الصلد أو اليابس للأرض. وتلك في مجموعها هي المناطق التي تتم فيها التغييرات بسبب الإشعاع الشمسي. و بعكس الغلاف المائي، فان الغلاف الحيوي يتوزع بانسجام فوق سطح الأرض.. وهو يكاد يتلاشى فقط في المناطق القطبية، وفوق أعلى قم الجبال، وفي غياهب الصحاري، حيث يقل فيها جميعا النشاط البيولوجي. و يقع الحد الأعلى للغلاف الحيوي على ارتفاع نحو خمسة كيلومترات من الطبقة الجوية السفلى للغلاف الجوي. ولقد أمكن العثور على جراثيم تحيا على ارتفاعات تزيد على 4800 متر. وكذلك أمكن جمع حشرات وعناكب من ارتفاعات بلغت زهاء 4500 متر. أما ألحد الأدنى للغلاف الحيوي فيقع على عمق يبلغ نحو 1800 متر من سطح الأرض حيث أمكن العثور على أنواع حية من البكتريا في آبار للزيت بلغت تلك الأعماق، كما توجد البكتريا في الأعماق السحيقة للمحيطات والتي تصل قرابة 4800 متر.

و ينقسم الغلاف الحيوي للأرض إلى دورات أو بيئات ثلاث: أرضية، وفي المياه العذبة، ثم في البحار والمحيطات. وتعد البيئة الحيوية في البحار والمحيطات أكثرها كما وأهمية. فهي مصدر لغالبية أكسجين الأرض، وهي كذلك مصدر جل المادة العضوية. ولقد وجد أن التمثيل الكربوني الكلي في المحيطات يبلغ نحو 126×10^{9} طن في السنة، بينما هو لكوكب الأرض ككل، يقدر بنحو 146×10^{9} طن، وتلعب الأحياء البحرية دورا هاما في دورة المادة العضوية وغير العضوية على حد سواء. ويعد ماء البحر أكثر إخصابا وملاءمة لتواجد الخلايا الحية، لأنه يحتوي على كل العناصر اللازمة للنماء، و بقاء السيتوبلازم، أما الدورة الحيوية في المياه العذبة فقليلة، وهي في الغلاف الجوي معدومة تقريبا.

ذلك هو الغلاف الحيوي لكوكب الأرض، والذي إليه تنسب دورة العناصر البيوجيوكيميائية.. وهو غلاف جد ضئيل برغم دوره-إذا ما قورن بأغلفة الأرض الأخرى-فلو أننا أخذنا الغلاف الحيوي باعتباره وحدة وزن، لكانت

الأوزان التقريبية للأغلفة الأخرى، كما يلي:

الغلاف الحيوي وحدة وزن واحدة

الغلاف الجوي 300 وحدة

الغلاف المائي 69100 وحدة

الجزء العلوي من الغلاف الصلد يقدر بنحو 10 6 وحدة.

و برغم هذا الحجم الضئيل للغلاف الحيوي، إذا ما قورن بغيره، إلا أن نشاطه الكيميائي كما قلنا ملحوظ الوزن، وتأثيره الجيوكيميائي هام، وعلى ذلك فان عدد أنواع النباتات والحيوانات (كل الكائنات) التي تكون الغلاف الحيوي سوف يفوق تماما في تقديره عدد أنواع المعادن المعروفة بكثير، فالمعروف عن المعادن حتى اليوم يقدر بنحو ألفي نوع، بينما ما يزيد على مائتي ألف نوع نباتي مختلف و 850 ألف نوع حيواني أمكن حصرها في الغلاف الحيوي. وبالطبع فان غالبية الأوكسجين الحر، أن لم يكن كله، في الغلاف الجوي، يعتبر نتيجة للنشاط الكيميائي للغلاف الحيوي بالتمثيل الضوئي، فالجبال من الطباشير والمرجان تقدم برهانا على نشاط الغلاف الحيوي. وكذلك تغطى قيعان المحيطات بملايين الكيلومترات المربعة من الرواسب السيليكية التي تنتجها الكائنات البحرية مبتدئة من محتوى رملي من 0,02 من الجرام وحتى أربعة جرامات لكل طن من ماء البحر هذا، وغيره من الأمثلة يوضح أنه برغم كتلته الصغيرة، فان للغلاف الحيوي أهمية كبرى، بجانب أهمية أخرى يكتسبها بدوره في هجرة وتركيز كثير من العناصر الكيميائية، مكونا رواسب وخامات كثروات معدنية، بعضها في غاية الأهمية الاقتصادية مثل رواسب الفوسفات.

وفي مقدور النباتات، التي تحتوي على الكلوروفيل الأخضر في الغلاف الحيوي للأرض، أن تصنع المركبات العضوية من المواد غير العضوية، والمواد الخام اللازمة لهذه العملية هي غاز ثاني أكسيد الكربون والماء باتحادهما في عملية التمثيل الضوئي، والطريقة المقابلة لذلك هي عملية التنفس، التي بها تتأكسد المواد والمركبات العضوية، و بذلك يكون التنفس هو المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة في الوظائف والنشاطات الحيوية. و ينتج عن تلك النشاطات الحيوية، تكوين عدد من الرواسب الاقتصادية كما ذكرنا، مثل الفحم والبترول والمواد الكربونية العضوية والرواسب السيليكية

والفوسفورايت والجوانو والحديد ...الخ.

و يعتبر الغلاف الحيوي أصغر أغلفة الأرض سنا، وأقلها في الحياة عمرا وأن أقدم أثر لنشاط عضوي هو يحسب ما اكتشف وقرر العالم (رانكاما) حفرية طحلب بدائي Alga يبلغ عمره نحو 1400 مليون سنة تقريبا.

وهناك احتمال بان تكوين الغلاف الحيوي قد بدأ أصلا التكوين الضوئي الكيميائي photochemical Formation لمركبات عضوية بسيطة.

السلوك الحيوي للعناصر:

من خلاك حديثنا عن الفوسفور كمثال للعناصر والمعادن الكيميائية المعروفة، يتضح أن هناك مجموعة من العناصر ذات سلوك حيوي، وتلك هي العناصر التي يحدث أن تدخل في تكوين الغلاف الحيوي للأرض.. وجميع العناصر الكيميائية المعروف تواجدها في الكائنات الحية تسمى عناصر بيولوجية، وهي تختلف فيما بينها كثيرا من ناحية الأهمية والحجم والانتشار وفي الأحياء، و بعض تلك العناصر البيولوجية يعتبر من أساسيات أو ضروريات حياة تلك الكائنات، وتوجد في كل كائن حي، بينما العناصر الأخرى توجد فقط في أنواع خاصة، ومن بين العناصر الأساسية نجد الأكسجين ضروريا لحياة الحيوان، والنتروجين والكربون لحياة النبات، ثم الأيدروجين والأكسجين على شكل ماء للكائنات الحية على إطلاقها، نباتية وحيوانية، ولقد وجد أن العناصر البيولوجية التي توجد في الغلاف الحيوي مكونة باتحادها كل المادة البيولوجية والتي تتكون أساسا من الماء والكربوهيدرات والبروتينات والليبدات (Lipids) تشارك جميعا في التفاعلات الكيميائية مع البيئة المحيطة بها.

ولقد رتب «فيرون» في عام 1947، العناصر البيولوجية، طبقا لتواجدها في الكائنات الحية، فكان منها 18 عضوا ثابتا Invariable Element والتي من بينها تشكل العناصر الأولية غالبية المادة الحية، حيث توجد في كل ما عرف من أنواع الحياة على الأرض، وهي لذلك تحدد إلى درجة كبيرة تركيبها الطبيعي. ومن المجموعة الأولية في انتشار العناصر في الأحياء طبقا للنسبة المئوية لوزن الجسم نجد الأيدروجين والكربون والنتروجين والأكسجين والفوسفور.. . الخ بنسب تتراوح ما بين 1٪ و10٪ من وزن

الجسم في الكائن الحي. ولتلك العناصر البيولوجية على أجمالها العديد من الوظائف الهامة في الكائنات، فيوجد الكربون والنتروجين مثلا في نسيج الحيوان والنبات، و يوجد الكالسيوم والماغنسيوم والفلورين والسيليكون والفوسفور في الهياكل والأصداف الصلبة والعظام لكثير من الكائنات.

ولقد قرر «فينوجرادوف» في عام 1933 بأن التركيب الكيميائي لكل الكائنات الحية-نباتية كانت أم حيوانية-متشابه جدا، لو أخذت في الاعتبار عناصر مثل الكربون والأيدروجين والأكسجين والنتروجين والفوسفور والكبريت، هذا في حين تظهر العناصر الضئيلة في مكونات الكائنات الحية تنوعا كبيرا بين نوع وآخر، وتوجد نسب ثابتة تقريبية فيما بين الكربون والنتروجين والفوسفور في كل المادة الحية. و بإشارة خاصة للحيوان، نجد أن التركيب المبدئي للفقاريات يبدو اكثر ثباتا منه للافقاريات ونورد هما جدولا أنشأه العالم«روجر»في عام1983، يبين فيه متوسط تركيب المادة العضوية أو التركيب الكيميائي للمادة الحية. وتتكون مادة الهيكل أساسا من كربونات الكالسيوم او فوسفات الكالسيوم او السيلسكا.

العنصر	النسبة المئوية للتركيب		
	في الكربوهيدرات	في الدهون	في البروتينات
الأكسجين	49.38	17.90	22.40
الكربون	44.44	69.05	51.30
الايدروجين	6.18	10.00	6.90
الفوسفور	_	2.13	0.70
النتروجين	_	0.61	17.80
الكبريت	_	0.31	0.80
الحديد	_	-	0.10
المجموع	100.000	100.00	100.00

جدول 2 متوسط تركيب المادة العضوية

كذلك نشر«برتراند »في عام1939، تحليلين كيماويين اظهر فيهما متوسط التركيب الكلي لنبات وإنسان(جدول-3)

العنصر	النسبة المئوية للوزن الجاف	
	لانسان بالغ	لنبات البرسيم الحجازي
الكربون	48.43	45.37
الأكسجين	23.70	41.04
النتروجين	12.85	3.30
الايدروجين	6.60	5.54
الكالسيوم	3.45	2.31
الكبريت	1.60	0.44
الفوسفور	1.58	0.28
الصوديوم	0.65	0.16
البوتاسيوم	0.55	0.91
الكلورين	0.45	0.28
الماغنسيوم	0.10	0.33
المجموع	99.96	99.96

(جدول 3) متوسط التركيب الكلي للبرسيم والانسان

والنتائج المغطاة تظهر بوضوح أن المادة الحية تتكون بشكل عام من أحد عشر عنصرا، وهكذا يثبت أن للحياة العضوية جذورا عميقة فيما بين المادة غير العضوية، بأكثر مما كان يظن قديما، وطبقا لعلم وظائف الأعضاء في النبات-و بالتالي في الحيوان-فان العناصر العشرة التالية تعتبر عماد كل نماء وازدهار، وهي الكربون، الأيدروجين، الأكسجين، النتروجين، الكبريت، الفوسفور، البوتاسيوم، الكالسيوم ثم الماغنسيوم والحديد. وتسمى العناصر السبعة الأخيرة من هذه المجموعة بمعادن التغذية أو غالبية التغذية. ولو أن الدراسات الحديثة قد أظهرت بأن تلك العناصر العشرة وحدها ليست بكافية تماما لنماء مزدهر. إذ عرفت عناصر أخرى عديدة هامة وضرورية كذلك للنماء والازدهار من بينها عناصر البورون والمنجنيز والنحاس والزنك

والموليبدنيوم وربما كان الجاليوم أيضا، وتسمى هذه المجموعة الأخيرة بعناصر التغذية الصغرى، بينما المجموعة الأولى تسمى بعناصر التغذية العظمى للنباتات، ولقد وجد أن النباتات لديها خاصية تجميع وتركيز بعض عناصر مختارة من التربة، حتى لقد قيل أن للنباتات قدرة على تحديد الصفات الكيميائية للتربة التي عليها تنمو، وأستفيد من تلك الخاصية في الكشف عن المعادن فيما يسمى بالجيوكيمياء الحيوية. و يتم ذلك بتجميع النباتات والدبال، ثم حرقها وتحليل رمادها بالطرق المناسبة مثل التحليل الطيفي الكيميائي Speetro chemical الكمي أو نصف الكمي بحسب الحاجة، والذي استخدم لأول مرة في هذا المجال في عام 1937.

والنباتات أكثر مقدرة من الحيوانات على تجميع وتركيز العناصر وذلك طبيعي، حيث تتغذى النباتات على معادن التربة.. وعلى النباتات-في الغالب الأعم-يتغذى الحيوان، وان غياب بعض العناصر الأساسية عن التربة لقمين بأن يسبب أعراضا مرضية للنباتات والحيوانات، وحتى للإنسان ذاته.

السلوك الحيوي وتركيز العناصر النادرة:

ولقد توصل العلم في نظرته المستقبلية وطموح التكنولوجيا إلى وفرة معادن معينة، وخاصة النادرة منها، إلى الرسائل البيولوجية والفيزيقية لتركيز العناصر النادرة والحصول عليها بكميات وفيرة.. ولنبدأ أولا بتعريف العناصر النادرة.. وفي سبيل ذلك يمكننا القول بأنها عناصر لا تكون أحجاما كبيرة من الخام، وليس لها مواد معدنية خاصة بها، ولا توجد إلا بكميات ضئيلة جدا في الصخور، كما أن ذراتها توجد مبعثرة حول الشبكات البلورية للمواد الأخرى. وتعتبر العناصر النادرة من العناصر التي حيرت معظم العلماء في وجودها الملموس والمحسوس، فالبعض منها لا تصادفه إلا في جدول «مندليف» الدوري فقط، والبعض الآخر لم يستخدم إلا حديثا جدا، فالانديوم والنيوبيوم استعملا لأول مرة بين عامي 1930, 1940 والجاليوم والجرمانيوم استعملا بين عامي 1940 و1950 وهناك بعض من العناصر النادرة هذه، مثل الاتريوم والروبيديوم لم يستعملا بعد على الإطلاق بأية هيئة، سواء على هيئة فلزات نقية أو سبائك أو مركبات كيميائية، إلا أن هذا لا يعني أنها عديمة النفع للإنسان إذ أن المعلومات الضئيلة عن خواص

البعض منها هي التي حالت دون استعمالها ولقد كان الأمر كذلك مع التيتانيوم الذي حسبه العلماء ولفترة طويلة قصيفا وضعيفا كذلك الحال بالنسبة للجرمانيوم الذي يشكل حاليا أساس هندسة أشباه المواصلات وليس بمستبعد أن يثبت يوما ما أن الفلز الذي نعرف عنه أقل القليل الآن سيكون أهم الفلزات غدا..

والأسلوب الشائع حاليا للحصول على العناصر النادرة، هو استخلاصها من خامات عناصر أخرى توجد فيها عادة بمقادير ضئيلة، ومع ذلك فالإنسان يبحث عن بيئات ومصادر أخرى عديدة أكثر وفرة لهذه العناصر النادرة. و يلعب السلوك الحيوي دورا فعالا في ذلك على النحو التالي:

في مياه البحر: تحتوي مياه البحار على كل العناصر تقريبا، بما في ذلك العناصر النادرة، حيث يختلف تركيزها بدرجات متفاوتة جدا، فالصوديوم يوجد بنسبة ١٪ بالوزن، والماغنسيوم يوجد بنسبة 14 في عشرة آلاف. و يوجد كل من الكالسيوم والبوتاسيوم بنسبة 4 في عشرة آلاف. أما العناصر النادرة فتوجد بنسبة أقل من ذلك بكثير. فالمتر المكعب من مياه البحار مثلا يحتوي على جرامين اثنين من الروبيديوم، وجرام ونصف من الليثيوم، وأربعة من مائة من الجرام من السيلينيوم، وواحد من مائة من الجرام من الجرمانيوم. ولبيان مدى ضخامة كميات المعادن الذائبة في مياه البحار، فان الأرقام تعطى عادة دلالة عما تحتويه جميع بحار ومحيطات الكرة الأرضية. فهي تحتوي مثلا على5500 مليون طن من السكانديوم تقريبا، وكميات أكبر من ذلك من الجرمانيوم والسيزيوم والسيلينيوم. و بالرغم من وجود هذه الكميات الضخمة، فان الحصول عليها، أو على جزء منها، يعتبر بتكنولوجيا اليوم من المحال، إذ أن هذا يتطلب ترشيح كل مياه البحار والمحيطات في كوكبنا أو معظمها، وهذا بالطبع محض خيال لا يمكن تحقيقه حتى ولا مستقبلا، إلا أن هذا لا يعني أن نصرف النظر عن فكرة استغلال تلك الكنوز التي تحتويها مياه البحار، خاصة وأن هناك طرقا بديلة، منها استغلال حيوانات ونباتات البحار التي تكون العناصر النادرة جزءا من بنيتها.

فالعناصر النادرة تتواجد في الحيوانات والحشرات وحتى نباتات الأرض والأعشاب البحرية والأحياء ذات الحلية الواحدة، ومما هو جدير بالذكر أن

كل نوع من الأحياء يركز عنصرا معينا. فالنافورات البحرية في خليج كولا مثلا، تحمل حوالي خمسة أجزاء من ألف من الفانديوم، في حين أن نسبته في مياه البحر لا تزيد عن خمسة أجزاء في مائة مليون جزء، و يوجد في النباتات البحرية من عنصر الراديوم مئات المرات قدر ما يوجد في مياه البحار، كما أن رماد بعض الحشائش وأوراق النباتات تحتوي على نسبة قد تصل إلى جزء واحد من الجرمانيوم في مائة ألف جزء، في حين أن متوسط نسبته في التربة لا يتجاوز سبعة أجزاء في كل ألف مليون جزء.

والوراثة لا شك لها دور كبير في استغلال الأحياء للحصول على العناصر النادرة طبقا لسلوكها الحيوي. فلقد تمكن الإنسان من تطوير وتسمين شجرة التفاح مثلا منذ عدة قرون، وحولها من فاكهة مرة بحجم البندقة، إلى عشرات من الأنواع المختلفة.. في الجودة والحلاوة.. الخ. وكذلك فعل مع كثير من النباتات والحيوانات.. و بالرغم من كل ذلك، فان علماء الوراثة لم يفكروا قط في تطوير بعض أنواع النباتات وتهجين بعض سلالات الحيوانات لتركيز بعض العناصر النادرة كفلزات الجرمانيوم والليثيوم وغيرها، ومع كل الاحتمالات فان أنسب مادة خازنة لهذا الغرض هي أبسط الكائنات ذات الحلية الواحدة مثل البكتيريا والطحالب والفطريات، أنها تتضاعف بسرعة، ويمكن تطويرها بسهولة بواسطة العوامل الخارجية المختلفة التي توجد تحت تصرف علماء الوراثة اليوم. فمثلا الطحلب الذي نحصل منه أصلا على البنسلين، له معامل إنتاجية يتراوح بين 40 و 80، و بعد معاملته بالأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية، تزيد معامل إنتاجيته إلى أكثر من ألف. وليس من المستبعد أن نتوصل بالأسلوب نفسه إلى أن تتحسن مئات المرات إنتاجية ومقدرة أبسط الكائنات وأقدرها على تركيز العناصر النادرة، فتزيد الثروات المعدنية لخدمة الإنسان، وتتعدد البيئات التي تزوده بها.

ولقد كانت البداية في ذاك السبيل تجارب الكيميائي الألماني «فوجل» الذي عاش في القرن التاسع عشر و«برانجر» العالم الفرنسي في منتصف القرن العشرين. ولقد أثبتت تجارب العالم الأخير مقدرة ملحوظة على استخلاص العناصر التي قد يحتاج إليها، رغم أن هذه العناصر قد توجد بكميات ضئيلة وهذا في حد ذاته إثبات ودليل على أن في إمكان النباتات

تركيز العناصر النادرة بما يعطي فرصة وأملا جديدة لآفاق جديدة تبشر بمزيد من الثروات المعدنية وتعدد في بيئاتها.

ودعونا نستشرف تلك الآفاق ونعيش مع خيالاتها المستقبلية.. فتصور معي يا صديقي أنك انتقلت إلى عام من أعوام المستقبل، ولنتخيله بعيدا جدا، تطاول فيه العمل وتطاولت التكنولوجيا فكانا عملاقين كأنما يمتلكان خاتم سليمان.. فأصبح كل شيء طوع إرادتهما.. في ذاك الزمان أتخيلك يا صديقي تقود سيارتك الكهربية المصنوعة تماما من بدائل المعادن، تنهب بها طريقا قد رصف بالبلاستيك، وعلى يمينك ويسارك حقول مغطاة بأشجار تعددت ثمارها وتنوعت زهورها فكانت عجبا في اللون والشكل والحجم، ولنفرض أنك تساءلت عن تلك الزهور الزرقاء الغريبة المنتشرة على يسارك.. فلا تمسكن الحيرة بتلابيبك حينئذ ولا تذهبن تستشير أطالس النباتات والزهور، إذ هي إنتاج حديث وتطوير جديد لم يسجل فيها بعد. كما أن الإنسان لم يبذل جهده في تطويرها للاستفادة برونقها أو أليافها المتينة أو ثمارها، بل هو فعل كل ذلك من أجل هدف آخر.. انه يبغي تركيز عنصر الرينيوم النادر في تلك الزهور ليحصل منها على كميات كبيرة عجز عن الحصول عليها من صخور الأرض ومياهها، وستجذبك أيضا عناقيد العنب القريبة والموجودة على يمين طريقك. إن حباتها الثقيلة ذات اللون البرتقالي والمعلقة في تكعيبات كبيرة من الخشب إنما تحتوي على الروبيديوم، وهو فلز نادر، حار الإنسان في الحصول عليه، فلجأ لعلماء الوراثة ليستنبطوا له هذا النوع ليمده بكميات منه أعظم مما تحمله التربة المحلية بعشرات الآلاف من المرات.

و بدلا من إرسال كل تلك النباتات والثمار والزهور إلى مصانع الصناعات الغذائية، فإنها ترسل إلى مصانع استخلاص وتشغيل المعادن. ذلك لأن كلا من الزهور الزرقاء الغريبة، وعناقيد العنب الجميلة البرتقالية اللون، ما هي إلا طاقات حية تنمو في الحقول لإنتاج العناصر النادرة.. ونحن لن نتركك مشغول البال حائر الفكر بكثير مما يحيطك من الزهور الغريبة والعناقيد المدلاة، بل سوف نصل معك سريعا إلى نهاية الطريق إلى ساحل البحر، حيث يوجد أحد المصانع الحديثة، وهناك يخبرك كبير التكنولوجيين ماذا وكيف يعملون.. فالمصنع عبارة عن وحدة بيولوجية ووحدة كيماوية

ووحدة ميتالورجية.. . وأما الإنتاج فهو عنصر فلزي نادر وبالغ الأهمية، أن مضخات كبيرة تقوم بسحب الماء من البحر إلى أبراج عالية، حيث تتركز فيها فطريات بالغة الضآلة قادرة على استخلاص العناصر النادرة من مياه البحر. وفي المراحل النهائية تصهر تلك الفطريات وكأنها إحدى الخامات في أفران كهربية، لاستخلاص معادن نادرة ما كان للإنسان أن يحصل عليها، لولا تلك الفطريات.. وإذا ما ذهبت ببصرك عبر مياه البحر، لمحت مزارع ضخمة من الطحالب تحت الماء.. بل دعنا نقول بلغة اليوم، مناجم حية، تعمل على تجميع معادن.. وشبيه بذلك اليوم اليود الذي نحصل عليه من مياه البحر عن طر يق الأعشاب البحرية أيضا..

ونترك النبات والحيوان ونأتي للبكتريا ولها دور جيوكيميائي هام وخطير.. فلقد وجد أن تلك الكائنات الصغيرة البسيطة وحيدة الخلية، والتي تسمى بالبكتريا عند البعض وعند الآخرين البكتيري، تلعب دورا هاما في الغلاف الحيوي للأرض وما يحيط به، وفي الوظائف الجيوكيميائية للبكتيري نجد 30 أو 40 ٪ من المادة العضوية المتمثلة، يتحول إلى بروتوبلازم، بينما الباقي يتأكسد إلى ثاني أكسيد الكربون ك أ 2 والماء، أو إلى نواتج بسيطة، وقد يتكون أيضا أول أكسيد الكربون ك أ. ومن المحتمل أن نسبة كبيرة من الدبال والمواد العضوية الأخرى في الرسوبيات القديمة تتكون من الخلايا البكتيرية و بقاياها. ولقد قرر أن البكتيريا تستعمل المادة العضوية بمعدل 1012- 01X ميللجرام لكل خلية في الساعة بحسب تقديرات «زوبل» في عام 1942. ومع أن البكتيريا كائنات متناهية في الصغر إلا أن معدلها العالي في التكاثر، ونشاطها الفسيولوجي، يتيح لها المشاركة الجدية في التفاعلات الكيميائية التي تؤدي إلى كميات لا بأس بها من المادة، بجانب أهميتها في الدورات الجيوكيميائية لكثير من العناصر والمعادن.

وتوجد وفرة من البكتريا النباتية في الرواسب الحديثة، التي تترسب فوق قيعان محيطات اليوم، معدلها ما بين مئات إلى مئات الملايين في كل جرام من تلك الرواسب. و يسبب النشاط البكتيري نقصا يتدرج-مع العمق- في المحتوى من الكربون العضوي والنتروجين العضوي للرواسب البحرية، وعموما فان هناك انسجاما وتنسيقا فيما بين أنواع وأعداد البكتريا، والتركيب الكيميائي والظروف الفسيوكيميائية Physiochemical Conditions

للرواسب، وعلى ذلك كمثال، تحمل البكتريا على عاتقها مسئولية تغيير الآس الأيدروجين أو درجة تركيز أيون الأيدروجين PH في الرواسب. وذلك الـ PH بدوره يؤثر في معاملات التأكسد والاختزال Redox Potential وبعض أنواع البكتريا تقلل الـ PH بما تنتجه من غاز ثاني أكسيد الكربون فتؤكسد المادة العضوية إلى أحماض عضوية، وكبريتيد الأيدروجين إلى كبريت أو كبريتات والأمونيا والمركبات النتروجينية الأخرى إلى نتريتات ونتراتات. و بواسطة النوشادر تطلق أو تحرر الفوسفاتات أو كبريتيد الأيدروجين من البروتينات.

الثروات المعدنية.. ثروات بيئية:

ولكي نفهم الثروات المعدنية كمصدر من مصادر الثروة البيئية على إطلاقها علينا أن ننظر في أنواع الصخور على الأرض فهي مجمعات للمعادن بها.. وأهم تلك الصخور-وهي ثروة بيئية معدنية كبرى كذلك-الصخور النارية. وهذا اسم يطلقه الجيولوجيون على مجموعة من أنواع الصخور التي تكونت بتبريد المواد المنصهرة الموجودة تحت أو داخل القشرة الأرضية، وتسمى هذه المواد المنصهرة-بمصهور المعادن في باطن الأرض Magma وعندما تتهشم تلك الصخور بواسطة عوامل التعرية الطبيعية و ينقل فتاتها بالجداول والأنهار وغيرها لتتجمع على هيئة طبقات من الطفل أو الرمال (مثلا)، ثم التي قد تتماسك فيما بعد مكونة للصخور الطفلية والأحجار الرملية، فأنها تعرف بالصخور الرسوبية. وإذا ما تعرضت هذه الصخور الطفلية والأحجار الرملية على مر الزمن إلى الضغط الشديد أو درجات الحرارة العالية، نتجت عنها صخور أخرى تعرف بالصخور المتحولة، مثل الأردواز الذي ينتج عن الصخور الطفلية والكوارتزيت الذي يتحول عن الأحجار الرملية، إنها أيضا دورة.. ألست معي أذن، أن ليس في هذا الكون ثبات ؟ كل العناصر الأساسية في دورات، و بالتالي المعادن ومن ثم الصخور، وهلم جرا. فالصخور إذن توجد على ثلاثة أنواع:

1- الصخور النارية وهي المصدر الرئيسي لأغلط المعادن والصخور الأخرى.

2- الصخور الرسوبية وهي التي يترسب أغلبها من المياه.

3- الصخور المتحولة وهي التي تتكون نتيجة للتغيرات المختلفة في الصخور النارية أو الرسوبية بفعل-الضغط أو الحرارة العالية، وهذان الأخيران إذا ما زادا كثيرا انصهرت الصخور وذهبت إلى الأعماق لتكون مصهور الصخور والمعادن في باطن الأرض-الماجما-التي تعود منبثقة إلى الأرض صخورا نارية.. . أليست دورة هذه أيضا. ؟ ولكن كما قلنا قبلا، ليست دورات مستقلة وإنما متداخلة، تتشابك فيها وتتدخل في تكوينها كل عناصر البيئة الأخرى من ماء وهواء وحرارة من الشمس وغلاف حي على الأرض، وكل النواتج في النهاية هي ثروات بيئية يستغلها الإنسان شكل من الأشكال، أما على حالها، وأما باستخلاص بعض مفرداتها..

ومن أمثلة الصخور النارية الجرانيت الذي يحتوي على سليكا مفردة أو مركبة على هيئة كوارتز، وبذلك فالجرانيت من الصخور النارية الحمضية، ويعتبر الجابرو صخرا ناريا أيضا. ومع أنه يحتوي على السليكا في صورة مركبات مع العناصر الأخرى، إلا أن السليكا لم تتواجد بكمية كافية بالصخور الذائبة في باطن الأرض حتى تتبلور على انفراد-كما حدث في الجرانيت- ولهذا يمكن اعتبار الجابرو صخرا ناريا قاعديا-لا حامضيا-تبعا لعدم وجود السليكا به على حالة انفراد، وفيما بين الصخور النارية الحمضية والأخرى القاعدية توجد الصخور النارية المتوسطة.. وجميعها ثروات بيئية استغلها الإنسان، و يستغلها، لتفي بحاجاته وتسد متطلباته منذ زمن بعيد، منذ فجر حضاراته على الأرض منذ عصوره الحجرية الأولى، وتطورا مع معرفته بالمعادن حتى اليوم، ومازالت تماثيل ومعابد الفراعنة من الجرانيت والجابرو شاهدة على وفرة الثروة البيئية في مكان ما، وفرضها لذاتها على الإنسان الذي يحيا في تلك البيئة المعدنية ليستغلها ويستخدمها، بعكس ما كان في بيئة الحضارة البابلية والآشورية مثلا..

واستطرادا مع الثروة البيئية المعدنية نقول: إنه عندما يقال إن أحد المعادن مرتبط في أصله بالصخور النارية الحمضية، فذلك معناه أن المعدن قد تكون من محاليل معدنية منبعثة من الصخور المنصهرة في الأرض، ينشأ عنها بعد تجمدها بالتبريد صخور مثل الجرانيت والبجماتيت، وما يصاحبها من عروق الكوارتز وصخور الكوارتز الحمراء والبنفسجية المحتوية على بلورات بيضاء، والمثالان التاليان يظهران بوضوح أهمية معرفة الظروف

البيئية لتكوين المعادن، فإنتاج العالم من القصدير يستخرج من خامات مصاحبة لصخور من فصيلة الجرانيت وتبلورت معادن القصدير بتجمد المصهورات النارية الحمضية، ومن جهة أخرى، توجد خامات الكروم مرتبطة بالصخور النارية القاعدية أو فوق القاعدية، وبذلك فالمحاليل الحاملة للمعادن التي يتبلور عنا معدن الكرومايت انبعثت من مصهورات نارية ذات قاعدية عالية، وعلى هذا الأساس فوجود خامات للقصدير صالحة للاستغلال مرتبطة في الأصل بصخور قاعدية يعتبر على النقيض من قوانين الطبيعة وبما توحي به ظروف البيئة.

ولاستكمال حديثنا عن الثروات البيئية المعدنية، نقول إنه توجد عدة طرق لتكوين المعادن ذات القيمة الاقتصادية، بعضها يبدأ بتركيز مباشر للمعادن المنصهرة في باطن الأرض، وذلك أثناء تجمدها. وقد يتبلور من مصهور باطن الأرض في طور مبكر معادن ثقيلة معينة، ثم قد يحدث بعض انعزالات بها، وتهبط في المصهور ثانية بفعل الجاذبية أو عوامل أخرى.. وهنا يمكننا القول بأن «الاتزان البيئي» للمصهور يتحكم في نوعية المعادن المتكونة والمنتجة عنه، ومن ثم تنتج نوعيات من المعادن تنتسب لظروف مختلفة من الحرارة والضغط والتي قد تكون مرتفعة نسبيا Hypothermal أو متوسطة Mesothrmal أو منخفضة Epithermal.

ويمكن للمياه الجارية تحت سطح الأرض إذابة المعادن المنتشرة في الصخور، ثم يعاد ترسيبها بداخل الشقوق والفجوات، كما يمكنها أيضا إذابة صخور مثل الحجر الجيري وإحلال تركيزات الحديد أو المنجنيز أو غيرهما من المعادن عل الصخر المذاب، كذلك يمكن للمياه السطحية أن تنقل معها معادن خاصة ذات كثافة عالية، وتمتاز بمقاومة كيميائية كبيرة، مثل معادن القصدير والبلاتين والذهب من مناطق تفتتها بواسطة عوامل التعرية، ثم ترسبها بكميات صالحة للاستغلال في الوديان، كرواسب الغرين.. وكذلك تتركز معادن أخرى من المحاليل الناجمة عن تحلل للمعادن بتأثير المياه الحامضية أو مياه أخرى..

وتحتوي مياه البحر على كثير من العناصر وقد تتكون عنها أملاح قيمة، يصل سمكها في بعض الأحيان الآلاف من الأقدام، وتحتوي على البوتاسيوم والماغنسيوم وغيرهما من الأملاح العامة الأخرى، وذلك نتيجة لتبخير هذه

المياه في أحواض مغلقة، إبان العصور الجيولوجية الماضية، وحين نقول العصور الجيولوجية، فإنما نعني من الزمان ملايين السنين. وهذه بعض من أهم البيئات التي تتكون فيها خامات المعادن ذات القيمة للاقتصادية، والتي للظروف البيئية لا شك فيها دور هام، وهناك بطبيعة الحال بيئات أخرى.

ولسوف نتناول الهيكل العام للثروات المعدنية ومفرداتها المختلفة في باب آخر من هذا الكتاب. ويكفينا هنا القول بأن الثروات المعدنية كمصدر من مصادر الثروات البيئية، قد أمدت الإنسان منذ عصوره الأولى بأهم أسباب تطور حضاراته، حتى لقد تسمت المراحل الحضارية عبر طريق الإنسان الطويل، بأسماء المعادن.. فكان هناك العصر المجرتي وكان هناك العصر البرونزي وكان هناك العصر الحديدي، وجاء بعد ذلك ما يمكن أن يسمى بالعصر الذري أو عصر اليورانيوم والراديوم الخ...

كم للثروات المعدنية أذن من تأثير على البيئة وتفاعل معها...

فاليورانيوم عنصر طاقة، وفي هذا المجال فقد سبقته عصور الفحم والبترول، ولكن اليورانيوم بما يتوقع منه بزها جميعا، فالمعروف أن تعريض أوقية واحدة من اليورانيرم (أو الثوريوم) للانشطار الذي يعطي طاقة تعادل كميتا الطاقة الناجمة عن احتراق طن من الفحم، وتلك حقيقة لا تترك إلا قليلا جدا في مجال الشك في أن الانشطار النووي سوف يصبح أحد المصادر الرئيسية للطاقة في غضون سنوات قليلة، ومع ذلك فليست هناك من خشية من أن يحتل اليورانيوم مكان الفلزات الأخرى، حتى ولو استعمل على نطاق عالمي في الخدمات السلمية، بل سوف يزيد من نفعها ونفع المواد المعدنية الأخرى التي تعتبر من مستلزمات المدنية الصناعية، ومصدرا لثراء ورقي البيئة التي تتوافر فيها، وتختلف قيمة المعادن ونظرة الإنسان لها باختلاف البيئة وتطورها، فقديما كانت المعادن الثمينة والأحجار الكريمة تحتل مكان الصدارة ولكن منذ بدأ الإنسان يسيطر على بيئته واخترع الآلات انتقلت الأهمية إلى الحديد والنحاس والرصاص والزنك والماس الصناعي واليورانيوم، وبالرغم من أن الحديد بصوره المختلفة، مازال اكثر مفردات الثروة البيئية المعدنية استخداما، إلا أن الحقيقة الظاهرة في الصناعة الحديثة منذ ابتداء القرن العشرين، هي استخدام الكثير من

الفلزات التي عرفها الإنسان حديثا في محاولات سيطرته على بيئته على نطاق واسع، وكذلك استخدام مواد طبيعية كان ينظر إليها وكأنها عجائب علمية فقط، والواقع أنه قد بلغ استغلال المعادن من الكثرة والسرعة درجة نجم عنها أن الكميات التي استخرجت خلال هذا القرن الذي نعيشه، تفوق كل ما أنتجه واستغله الإنسان منذ كان..

الوضع الجيولوجي للوطن العربي:

و بالدراسات الجيولوجية، و بتطبيقات علوم الأرض، أمكن وضع تصور لتتابع الطبقات الأرضية في الوطن العربي على النحو التالي:

أولا: حقب ما قبل الكمبري Pre Cambrian Era

في ذاك الزمن الأقدم، كان الوطن العربي جزءا من قارة عظمى تسمى «جندوانا» مكونة من صخور قديمة، تشكل ما يسمى بصخور القاعدة المركبة. أو صخور الأساس أو النواة التي ترسبت فوقها جميع أنواع الصخور الرسوبية التابعة لما تلا ذلك العصر الأقدم من عصور أخرى، وتتكون تلك الصخور من نوعيات نارية ومتحولة، مثل الجرانيت والشست والنيس والبجماتايت وغيرها من الصخور البلورية، ولهذه الصخور أهمية اقتصادية كبرى، كما ذكرنا من قبل، ولا يوجد فيها أي دليل من الأحافير أو غيرها على آثار للحياة كانت في هذا الحقب، وبشكل عام تتكون صخور حقب ما قبل الكمبري من كتل عظمى، وتعتبر كتلة الصخور العربية النوبية Arabo-Nubian Mass من أكبر وأضخم تلك الكتل انتشارا في الوطن العربي، حيث تشغل مساحة تصل إلى 1/10 من مساحة مصر(في الجزء الجنوبي لشبه جزيرة سيناء وموازيا للشاطئ الغربي للبحر الأحمر) و1/3 من مساحة جمهورية السودان (في شرقه وأطرافه الجنوبية والجنوبية الغربية) و 1/3 من مساحة المملكة العربية السعودية (في الجزء الجنوبي الغربي)، كما أنها تشغل مساحات محدودة في جمهورية اليمن والأردن وفلسطين.. وتتخذ هذه الكتلة شكل طية إقليمية محدبة عظيمة الامتداد، يمتد محورها في الاتجاه الشمالي الشرقي /الجنوبي الغربي. و يقطعها في الاتجاه الشمالي الغربي / الجنوبي الشرقي أخدود البحر الأحمر كما تقطعها الطفوح البركانية

والصخور البازلتية. وفي الجمهورية الجزائرية توجد كتلة مشابهة من ناحية التكوين والخصائص الجيولوجية لكتلة الصخور العربية النوبية (تسمى أحيانا بالدرع العربي النوبي)، وهي كتلة الحجار (Hagar) وتظهر في جنوب الجزائر وتميل بالتدريج ناحية الشمال ثم ناحيتي الشرق والغرب، ولكنها تمتد جنوبا إلى مسافات بعيدة، ومن الكتل الشبيهة الأخرى وان تكن صغيرة كتلة العوينات في الجزء الجنوبي الغربي من جمهورية مصر العربية، وهي تمتد عبر الحدود الليبية، لتشمل مساحة متوسطة من ليبيا. كذلك في جنوبها توجد كتلة «تيستي» وتمتد جنوبا إلى النيجر وتشاد، وفي جنوب المغرب توجد كتلة صغيرة مشابهة، وهي كتلة الأطلس الخلفية. وفي غرب الجهورية)الجزائرية توجد كتلة «ايجيدي» وتمتد غربا ناحية موريتانيا الإسلامية، وفي عمان عند مدخل الخليج العربي توجد كتلة «الجبل الأخضر» التي تمتد من الشمال إلى الجنوب.

ثانيا: الحقب البليوزوي Palaeozoic Era

يعد البحر الأبيض المتوسط الحالي بقية من بقايا بحر قديم كبير كان يسمى باسم (ثيسر Thyses). وبدأ هذا البحر زحفه فوق كتلة الصخور الصلبة السابق ذكرها في الحقب الباليوزوي، التالي في الزمان للحقب السابق ذكره (ما قبل الكمبري)، وكان زحف ذاك البحر القديم بطيئا، ثم شيئا فشيئا ازداد اتساعا وعمقا على مر العصور المختلفة لهذا الحقب وهي: (الكامبري-الأردوفيشي-السيلوري-الديفوني-الكربوني-البرمي) وبالطبع صاحب وجود البحر عوامل التعرية والتجوية المستمرة على الصخور القديمة ترسيبات متتالية تتكون أساسا من الصخور الجيرية والرملية والطينية، تبعا لامتدادات البحر وانحسارا ته، كما صاحب تكوين تلك الصخور الرسوبية بعض الطفوح البركانية، وذلك نتيجة للحركات الأرضية المصاحبة، وقد تسببت هذه الطفوح في تحول بعض الصخور الرسوبية لهذا الزمن إلى صخور أخرى متحولة، ولا تظهر صخور هذا الزمن في الوقت الحاضر إلا في أماكن متفرقة من الوطن العربي، مثل فلسطين والأردن وسوريا وليبيا والجزائر والمغرب، كما توجد في شمال المملكة العربية السعودية.

الوطن العربي في آسيا (28 %)				الوطن العربي في افريقيا (72 %)	
القطر	المساحة (كم2)	القطر	المساحة (كم2)	القطر	المساحة (كم2)
السعودية	1600000	قطر	21014	السودان	2505700
العراق	444442	فلسطين	21000	الجزائر	2191464
اليمن الجنوبية	195000	الكويت	20719	ليبيا	1579450
اليمن الشمالية	316175	الامارات	15000	موريتانيا	1087800
عمان	213400	لبنان	10400	مصر	1000000
سوريا	184479	غزة	600	الصومال	647500
الاردن	96513	البحرين	598	المغرب	4337078
				تونس	155830

جدول (4) مساحات الدول العربية في آسيا والدول العربية في افريقيا

وعند حدودها مع اليمن. وفي تلك المناطق المحدودة الانتشار نجدها دائما ملازمة ومصاحبة لصخور القاعدة، أما في باقي الدول العربية، مثل مصر والسودان والعراق فقد أزيلت هذه الصخور تماما بفعل عوامل التعرية المختلفة التي تعرضت لها، ولا تظهر ألا تحت السطح عند الحفر بحثا عن البترول أو المياه الجوفية.

ثالثا: الحقب الميزوزوي Mesozoic Era

بقدوم هذا الزمن ازداد بحر الثيشس في عمقه واتساعه وانتشاره، خاصة في ناحية الجنوب، وقد أدى ذلك إلى ترسيب. صخور جيرية وطباشيرية وطينية وصخور عضوية، مثل الفوسفات والفحم والبترول. وفي نهاية هذا الحقب تراجع البحر كرة أخرى. تبعا لذلك نشطت عوامل التعرية المختلفة وأعطت رواسب قارية رملية (بمعنى أنها لم تترسب في النهاية في البحر)هائلة السمك. أي أنه يمكن تمييز نوعين من الرواسب والصخور الرسوبية في هذا الحقب، إحداهما رواسب بحرية (ترسبت في البحر Marine) أهمها الحجر الجيري والطباشيري والفوسفات، والأخرى قارية (Continental) تكونت بعد انحسار البحر إلى الشمال من الوطن العربي وأهمها صخور الحجر الرملي المعروف باسم الحجر الرملي النوبي Nubia Sandstone أو ما يعرف بالخرسان النوبي، وهي صخور خالية من الحفريات سوى بعض النباتات القديمة، وتوجد بها بعض الخامات والثروات المعدنية ذات القيمة الاقتصادية، مثل الحديد في مصر (أسوان) وخزانات المياه الجوفية في كثير من البلاد العربية. وبها اكبر خزانات حاوية للبترول في بعض حقوله بالسعودية والكويت والبحرين وقطر وسوريا والعراق ومصر وليبيا.

رابعا: الحقب الكاينوزي Cainozoic Era

وهذا الحقب ينقسم إلى قسمين أو زمنين كبيرين، هما الزمن الثالث (Period Tertiary والزمن الرابع Quaternary Period).

فأما الزمن الثالث، فينقسم إلى عصور هي عصر الأيوسين Eocene وعصر الاوليجوسين Oligocene وعصر الميوسين Miocene ثم عصر البليوسين

Pliocene ولقد انتابت الأرض العربية إبان تلك العصور عدة انخفاضات، فيغزوها البحر ثم تحدث ارتفاعات فينحسر عنها البحر، ومع كل حالة تتكون نوعيات من الصخور مناسبة لظروف تكويناتها وبيئاتها.

وأما الزمن الرابع فهو يضم تكوينات عصور البلايستوسين Pleistcene والحديث Recent. وفي هذه العصور استمر ارتفاع الأرض الذي بدأ منذ نهاية عصر البليوسين، آخر عصور الزمن الثالث، ومن ثم انحسر الماء من جميع أراضي الوطن العربي،. إلى الموضع الذي يبدو فيه اليوم، كما تعرضت بعض أجزاء الوطن، العربي لعصر مطير، أو لبعض الطفوح البركانية.. وتغطي صخور الزمن الرابع الآن مساحات كبيرة في الوطن العربي، وتعددت نوعياتها وخواصها وسمكها وامتداداتها تبعا لعمليات الجيولوجية السائدة في تلك العصور، كذلك. من رواسب هذا الزمن رواسب الوديان في شبه الجزيرة العربية والأردن وجمهورية مصر العربية وليبيا والجزائر والصحاري العربية ورواسب السهول الساحلية مثل سهول سواحل الخليج العربي والبحر العربي وخليج عدن، وسهول فلسطين الساحلية وسهول لبنان والمغرب, وهذه الرواسب تتكون من الحصى والرمال وغيرها..

ويوضح(شكل4) اهم الصخور والحركات التكوينية منذ الحقب الاول في الوطن العربي.

تأكيد المفاهيم البيئية:

على الرغم من أهمية المصادر الطبيعية لاستمرارية تطور ورقي الإنسان في حياته، بل واعتماده عليها اعتمادا يكاد يكون كليا لبقاء ذاته.. بله تطوره، وتطوير سبل معيشته، فان حسن استغلالها وصيانتها أصبح أمرا حتميا نتيجة لتزايد عدد السكان، الذي تعدى التزايد التدريجي-بالنسبة للمصادر المحدودة على هذا الكوكب، ولقد قدم العلم ويقدم دائما من وسائل الاستفادة من الكثير من الصادر التي لم تكن تستخدم في الماضي كبدائل تعوض عن نقص بعض الخامات الطبيعية.. ولكن كل ذلك لا يغني أبدا عن أن نتنبه للحفاظ على المصادر الطبيعية في بيئتنا. ويقصد بالمحافظة على المصادر الطبيعية، حسن استغلال كنوز الأرض التي وهبها الله لنا. وفي مجالنا هذا، لا نعني بالمحافظة مثلا، ترك المعادن مطمورة في باطن الأرض، وعلى

سطحها، أو ترك البترول هناك في الأعماق ساكنا، إذ أن ذلك لن يفيد أحدا بحال من الأحوال، ولكن المحافظة هنا تعني بصورة عامة عدم الإسراف عند الاستعمال أو الاستنزاف وسؤ الاستخدام، إذ أن تلك واحدة من مظاهر سوء استخدام المصادر الطبيعية البيئية، ولا يخفى أن هناك على سبيل المثال ترابطا وثيقا على مر العصور بين انتشار المجاعة واستنزاف المصادر الطبيعية، لأن هناك اعتقادا خاطئا يسود عند البعض بأن تلك المصادر لا ينضب معينها مهما عبث الإنسان بها، أو أن العلم وحده يمكن أن يكون بديلا للمصادر الطبيعية، ثم أن علينا أن نؤكد لأنفسنا أن الطبيعة تعمل دائما نحو اتزان ديناميكي، وأن استغلال الإنسان لبيئته لابد وأن يكون حسب نواميس الطبيعة نفسها. كما لابد وأن نحدد المعايير التي من شأنها أن تساعد على التفرقة والتمييز بين ما هو متجدد بمعدل زمني سريع من المصادر الطبيعية، وبين ما هو متجدد في بطء يكاد يجعلنا نقرر بأنه غير متجدد، كما هو الحال في الثروات المعدنية، وفي سبيل ذلك لا يمكن أن ننقص أثر استخدام التكنولوجيا المختلفة في عمليات الاستهلاك والإنتاج مع تنمية القدرة العلمية والمبادأة والابتكار في حسن استخدام المصادر البيئية وتوضيح أهمية استخدام التكنولوجيا المتطورة في سد الحاجات المحلية والإقليمية، ولتأكيد ذلك في مجال الثروات المعدنية نذكر مثلا أن الحاجة العاجلة دون التروي في عواقب الأمور جعلت الناس يتجهون إلى استغلال الثروات المعدنية، العالية القيمة الاقتصادية بأقل قدر من التقنية، دون الالتفات إلى الخامات الأقل درجة. وبالتالي فقد أدى ذلك إلى خلل في نظام التنجيم في كثير من الأماكن.

التصنيف البيئي للأمم:

كما لا يفوتنا أن نؤكد أن للبيئة والمصادر الطبيعية فيها، ومن بينها الثروات المعدنية، دورا هاما بالنسبة للتنمية الثقافية والاقتصادية والسياسية للأفراد والدول، كذلك فإن هناك علاقة وثيقة بين المصادر الطبيعية في بيئة ما، وبين القوى التي تؤدي إلى قيام دول قوية اقتصاديا، وضعف دول أخرى، كانت قوية. كما أن لها دورا أي دور تلعبه في صراع الدول للحصول على الاستقلال والاعتماد على الذات، والتكامل بين المجتمعات الأخرى

والشعوب..

ولذلك قسمت الأمم إلى:

أمم (غنية-غنية)

وهي الأمم المتميزة بمواردها وطاقاتها البيئية، وبعناصرها البشرية وبما حققت من تنمية لهذه الموارد.

أمم (غنية-فقيرة)

وهي الأمم الغنية بمواردها الخام وطاقاتها البيئية، والفقيرة بمقوماتها من العناصر البشرية، وقصورها في تنمية هذه الموارد..

أمم (فقيرة-غنية)

وهي الأمم الفقيرة بمواردها الطبيعية وطاقاتها البيئية، والغنية بعناصرها البشرية المميزة، وهذه العناصر تستطيع بنجاح استثمار وتنمية هذه القلة من الموارد والطاقات البيئية.

أمم (فقيرة-فقيرة)

وهي الأمم الفقيرة بمواردها وطاقاتها البيئية، وبعناصرها البشرية المتميزة وقصورها في التنمية، وهو ما يعبر عنه بالفقر المزدوج.

هل نستطيع على ضوء ذلك أن نصنف أنفسنا في منطقتنا العربية، ونعرف وضعنا بين هذه التصنيفات ؟!

بل هل نسأل أنفسنا: ولماذا هذه التصنيفات، بعد أن كان هناك تصنيف قديم للأمم من حيث كونها متقدمة أو نامية أو متخلفة؟!

والإجابة هنا هي ضرورة النظر إلى البيئة ومصادرها الطبيعية بمنظار جديد، إذ لم يسبق في تاريخ الإنسان على كوكب الأرض أن كانت هناك ظروف ومسببات تدعوه إلى إعادة النظر في كيفية تعامله مع بيئته، وإلى التخطيط السليم في استغلال مصادر الثروة في تلك البيئة، أكثر منها في أيامنا هذه. فقد تضاعفت الأعداد وتزايد الاحتجاجات وجاءت انقلابات أثر انقلابات، زراعية وصناعية وأمعن الإنسان في استغلال الموارد دون الالتفات إلى توازن البيئة.

من هنا كان حتما أن تسن التشريعات والأوامر لحماية الموارد الطبيعية للدولة ومن بينها الثروات المعدنية. وليس بدعا ما نطالب به إذ يرجع إصدار التشريعات والأوامر الخاصة بحماية البيئة إلى ما قبل القرن التاسع

عشر، ولقد شهدت الأعوام القليلة الماضية-وعلى مستوى العالم-إصدار مئات من هذه التشريعات التي أصبحت تعرف باسم قانون البيئة Environmental Law

3 العرب وعلوم المعادن

علوم المعادن عند العرب:

كان لبريق بعض أنواع المعادن والأحجار الكريمة أثر خلاب في اهتمام العرب بهذه الأشياء، وقد امتلأت قصور حكامهم وأمرائهم بشتى أنواع اللآلئ والمجوهرات التي جلبوها من أماكن مختلفة، كذلك فقد اهتموا بالتمييز بين الأنواع المغشوشة والأنواع الخالصة، وساعدهم في ذلك نفر من الخبراء والعلماء الذين وصل بعضهم إلى درجة عالمية من الفهم والخبرة بهذه الجواهر والمعادن، و يعتبر الصباح الكندي-جد الفيلسوف المشهور يعقوب الكندي-من أقدم خبراء العرب في هذا المجال، والى جانبه أسماء لامعة أخرى اكتسبت خبرة أو مرانا خاصا بالجواهر، نذكر منهم وعلى الأخص في القرنين الثاني والثالث الهجري: عون العبادي-أيوب البصري-بشر بن شاذان-ابن الجصاص-ابن البهلول.

ومن الكتب التي يعتقد أنها ذات أصل عربي كتاب الأحجار لأرسطو، وقد ظهرت النسخة العربية من هذا الكتاب في النصف الأول من القرن التاسع الميلادي أي قرب نهاية القرن الثاني و بداية القرن الثالث الهجري، وفي رأي سارتون-الذي أرخ لتاريخ العلم أن عطارد بن محمد الحسيب هو مؤلف أقدم

كتاب إسلامي عن الأحجار مازال موجودا، وقد كتب مؤلفه هذا في النصف الأول من القرن التاسع الميلادي، أما الفيلسوف الكندي فله رسالة عن «الجواهر والأشياء» يرجع تاريخها إلى النصف الأول من القرن الثالث الهجري، ومع الأسف فقد ضاعت هذه الرسالة مع ما ضاع من التراث العربي.

وقد قسم الرازي (236 ـ 611 ه) المواد إلى. نباتية-حيوانية-معدنية. ثم قسم المعادن إلى ست رتب. كذلك فقد حاول تعيين الوزن النوعي لعدد من المعادن مستخدما الميزان الهيدروستاتيكي. وقد ذكر المسعودي (المتوفى سنة 346 هـ) في مقدمة موسوعته «أخبار الزمان» بعض المعادن والأحجار. و يظهر اسم ابن الجزار كأحد مؤلفي العرب في الأحجار والجواهر وكتابه هذا مفقود.

ثم يتألق بعد ذلك اسم ابن سينا (المتوفى سنة 428 هـ) كأحد علماء العرب. وفي موسوعته المسماة «الشفاء» تكلم ابن سينا عن أصل وكيفية تكوين المعادن والأحجار. كما حاول تصنيف المعادن إلى أربعة أقسام، وعلى نفس المستوى الرفيع يقف كتاب البيروني (362- 440هـ) المعنون «الجماهر في الجواهر» وهذا الكتاب يشمل وصف العديد من المعادن والأحجار الكريمة، وفيه يظهر الفرق واضحا بين الفلزات والمعادن، وقام البيروني بتحديد الوزن النوعي بدقه ثمانية عشر حجرا وفلزا، وفي حوالي النصف الثاني من القرن السادس الهجري نجد كتاب جعفر بن علي في دمشق وكتاب عبد الرحمن بن نص بمصر، وتشمل هذه الكتب ضمن محتوياتها العديدة الحديث عن الأحجار الكريمة والمعادن، وقد سجل ابن العوام في هذا الوقت المبكر ملاحظات عجيبة عن أنواع التربة وخصائصها.

وهناك كتاب آخر في علم المعادن جيد العرض والتبويب وهو كتاب التيفاشي وضعه سنة 608 هـ وقد سار المؤلف في كتابه على منهاج موحد في وصف 25 معدنا وحجرا ويشمل الوصف النقاط التالية: أصل المعدن وكيفية تكونه-تواجده-خصائصه الطبيعية-خصائصه الكيميائية-استعمالاته-الثمن، هذا بجانب مناقشة لغوية لاسم المعدن أو الحجر ومن كتب الأحجار البارزة في القرن السابع الهجري ذلك الكتاب الذي ترجمه من العربية إلى الأسبانية يهودا بن موسى للملك ألفونسو، وقد تحدث هذا الكتاب عن 360

حجرا . وبجانب الكتب المذكورة في الأحجار والمعادن كتاب بيلق القاباجاكي وناصر الدين الطوسي.

وتختتم هذه السلسلة بكتاب ابن الأكفاني المسمى «نخب الذخائر في أحوال الجواهر» وقد كتب هذا الكتاب في النصف الأول من القرن الثامن الهجري. وهو يشمل وصف أربعة عشر حجرا ومعدنا تعتبر الأنواع الرئيسية في ذلك الوقت. هذا وقد أخذت بعد ذلك حركة التأليف والتجديد في هذا الفن تضعف تدريجيا حتى أصبح من العسير أن نجد بعد ذلك شيئا جديدا فيها، و يؤخذ في الاعتبار أن العرض السابق غير كامل ولا يشمل إلا الأسماء الرئيسية فقط.

لكن ما الذي عرفه العرب من خصائص المعادن والأحجار الكريمة؟. لقد عرفوا ظاهرة التبلور، الأشكال البلورية اللون، الشفافية والحكاكة، ولاحظوا وجود الشقوق الرفيعة وأطلقوا عليها لفظة الشعيرات، كما لاحظوا وجود الشوائب المعدنية والمعادن المصاحبة، هذا بجانب معرفة تامة بظاهرة التشقق، الصلادة، المكي ر، الزن النوعي، والبر يق. وقد تمكن إعماؤهم من تحديد الصلادة النسبية لعدد من المعادن والأحجار الكريمة، وعلى سبيل المثال يقول البيروني في هذا المجال: والياقوت (كورندم) بصلابته يغلب ما دونه من الأحجار ثم يغلبه الألماس. «و يعرف البيروني الوزن النوعي فيقول: فإن المكعب الذي ضلعه ذراع إذا كان من الماء تزن ما هو جزء من تسعة عشر إذا كان ذهبا».

وفي أيجاز شديد، فقد عرف العرب معظم الخواص الطبيعية للمعادن كما نفهمها ونحددها اليوم، كما كانت لهم طرقهم الخاصة والأهم التي اعتمدوا عليها في قطع وصقل المعادن والأحجار الكريمة، وحاول العرب إجراء بعض التجارب الكيميائية على المعادن جاء في ذلك معالجتها بالأحماض أو تسخينها في الهواء، وفي هذا الصدد، وعلى سبيل المثال، يقول الكندي: «إن الدهنج (الملاكيت) إذا سحق بالنطرون والزيت (أي الحامض) خرج منه نحاس ناعم أحمر اللون».

وكان للعرب آراؤهم في أصل وكيفية تكوين المعادن بالإضافة إلى محاولات جادة لتصنيفها . فهذا ابن سينا ينسب تكو ين المعادن والأحجار إلى الطين أو الماء أو النار، أما بخصوص تصنيف المعادن فيقول ابن سينا : «أن الأجسام

المعدنية تكاد أن تكون أقسامها أربعة: الأحجار، والذائبات (مثل الزئبق)، والكباريت، والأملاح». وناقش العرب أصل وكيفية اشتقاق أسماء المعادن والأحجار. و يعتبر منهج التيفاشي في دراسة المعادن منهجا كلاسيكيا يتفق في خطوطه العريضة مع الطرق الحديثة في وصف المعادن.

أحمد بن يوسف التيفاشي

ولاستكشاف دور العلم العربي في هذا المجال.. ذكرنا من قبل أن العلماء العرب كانوا موسوعيين، إلا بقدر ما مالت نفوسهم إلى تخصص بذاته، وهكذا كان عالمنا العربي أحمد بن يوسف التيفاشي التونسي، صاحب كتاب «أزهار الأفكار في جواهر الأحجار» إنه واحد من أبناء النهضة العلمية الإسلامية، فقد عاش والده في عصر الخليفة منصور بن عبد المؤمن الموحدي والناصر صلاح الدين الأيوبي الذي كان يقدر العلم و يشجع العلماء، ولقد كانت طبيعة العصر الذي عاش فيه التيفاشي تتسم بعلو مكانة العلوم الدينية والدنيوية، على حد سواء، كما كان لأهل العلم فيه اهتمامات متميزة بدراسة المعادن والجواهر، وتتبع مكانها في مواطنها وخزائنها وأسواقها، وفي ذاك العصر لمع نجم التيفاشي، المعدن والخبير بالجواهر والأحجار إلى جانب مكانته كأديب وقاض على المذهب المالكي، وكان كتابه «أزهار الأفكار في جواهر الأحجار» الذي كتبه في أخريات أيامه أخلد ما ترك من آثار، أودع فيه حصيلة اطلاعه الغزير، وخلاصة فنه وخبرته في البحث عن المعادن والأحجار المتنوعة وخواصها الطبيعية والطبية، والفروق الذاتية والعرضية التي تميز بين أصنافها المختلفة.

أبو العباس أحمد بن يوسف التيفاشي مولود بتيفاش عام 580 هجرية (1184 ميلادية)-.وتيفاش هذه كانت قرية تونسية قديما، وهي الآن من عمالة قسنطينة بالقطر الجزائري. وله العديد من الكتب الموسوعية على نمط أهل عصره، ولكنا سيقتصر اهتمامنا هنا على كتابه المتعلق بتخصص بحثنا، وفي هذا المجال لا يسعني إلا أن أشيد بتحقيق الدكتور محمد يوسف حسن والدكتور محمود بسجوني خفاجى الأستاذين بكلية العلوم بجامعة الأزهر لكتاب التيفاشي هذا، والذي أورد بعضه هنا عنهما.

منهاجه العلمي:

أن أهم مقومات العمل العلمي والشخصية العلمية هي الواقعية والأمانة في النقل وتدوين الحقائق والالتزام بما اصطلح عليه باسم الطريقة العلمية المبنية على المشاهدة الدقيقة والتجربة الشخصية ثم القدرة على الوصف الدقيق والتصنيف الصحيح واستعمال المصطلح المعبر الموجز السليم الذوق واللغة واستقراء النتائج وتحليلها و بناء النظريات والفروض المنطقية القائمة على هذا التحليل.

والمتمعن في كتاب «أزهار الأفكار في جواهر الأحجار» لأحمد بن يوسف التيفاشي يمكنه استخراج العديد من الشواهد التي تدله على أن صاحبه كان يتمتع بجل هذه المقومات، كما أنه كان أقل أهل عصره زللا في نقائضها .

نزعته الواقعية:

فمن الأدلة على نزعته الواقعية أنه بالرغم من أن أسلوب عصره كان يتسم بالخلط في الكتابة العلمية بين الصيدلة والطب وعلم المعادن وغيرها والجمع بين ا لروحانيات والماديات والحقائق والأساطير إلا أن المقارنة بين كتابه «أزهار الأفكار» وبين غيره من الكتب المؤلفة في نفس الموضوع أو ما يقرب منه في عصره ترينا أنه كان اكثر تحفظا واكثر إمعانا في أخذ المعرفة عن طر يق التجربة وأنه كان أقل إيرادا للخرافات والأساطير، وحتى عند ذكره لبعضها فإنها لم تكن من عندياته، بل انه كان ينسب الكثير منها إلى مرجعها، فمثلا كان إذا روى أثرا من هذا يحيله إلى صاحبه بطريقة علمية، ففي باب الفيروزج يقول في تأثيره: «وذكر أرسطا طاليس أن كل حجر يستحيل لونه فهو رديء لصاحبه» وفي باب البازهر يقول: «وفي كثير من الأحجار التي توجد في بطون الحيوانات خواص عجيبة من ذلك ما ذكره ديمقور يديس من أن الخطاف إذا أخذ فرخه في زيادة القمر وكان أول ما أفرخ وقبض وشق جوفه وجد فيه حصاتان إحداهما ذات لون واحد، والأخرى مختلفة الألوان، فان شدا في جلد عجل أو جلد ابل قبل أن يصيبهما تراب، وربطتا على عضد من به صرع أو رقبته انتفع بذلك» وفي باب المرجان تحت عنوان خواصه في منافعه يقول: «منها ما ذكره الإسكندر من أن المرجان إذا علق على المصروع نفعه ومنها ما ذكره الاسكندر أيضا

من أن المرجان إذا علق على رجل به نقرس نفعه».

وكذلك ما ذكره في باب اليشم: «ومن خواصه ما ذكره جالينوس في الأدوية المفردة أنه ينفع من وجع المعدة بالتعليق عليها من خارج».

ومن أدلة تعففه عن ذكر الخرافات وخاصة المبتذل منها ما أقحمه أحد نساخ كتابه عليه في إحدى النسخ «قوله في خواص المغناطيس ومنافعه» ومنها أنه إذا أخذ منه (فصا) وجعل في خاتم فضة أو غيره يشترط أن يكون الفص مثقالا و يلبسه الشخص في إصبع يده ويجامع فلا تحمل منه امرأة ما دام يفعل ذلك، وقد جرب مرارا، لعل الفائدة أغفلها المؤلف رحمه الله تعالى لعدم اطلاعه عليها والله أعلم.

معاناته في تقصي الحقائق:

ولقد كان التيفاشي مثالا في أخذ نفسه بالقسوة والمعاناة وتجشم الصعاب في سبيل الحصول على المعلومات الدقيقة بتقصي الخبر من مصدره الحقيقي، ومن الرحلة الشاقة وراء المعدن حتى موطنه الأصلي، ولا يعدم القارئ أن يجد الكثير في كتابه من أمثلة قوله: «أخبرني من دخل جزيرة سرنديب من التجار أن أهل ذلك الموضع إذا لم تحدر السيول والرياح لهم من حصباء الياقوت في بعض السنين احتالوا لتحصيله بالحيلة.. . الخ». وقوله «رأيت بسوق القاهرة حجارة تباع على أنها ياقوت أزرق وأصفر وهي حجارة مصنوعة مدلسة.. .. الخ». وكذلك قوله «معدن الزمرد الذي يؤتى به منه في التخوم بين بلاد مصر والسودان خلف أسوان يوجد في جبل هناك ممتد كالجسر فيه معادن تحفر ويخرج منها الزمرد قطعا صغارا كالحصباء، منبثة في تراب المعدن.. وأخبرني رأس المعدنين بمصر المكلف من قبل السلطان بهذا المعدن أن أول ما يظهر من معدن الزمرد شيء يسمونه العلق.. الخ وقوله أيضا: أخبرني من وصل إلى معدنه (يقصد البلخشي) ببلخشان (وهي في بلاد التبت) من التجار ووقف على استخراجه من معدنه أنه رأى في المعدن منه حجرا في باطنه ماء لم يستكمل طبخه وانعقاده بعد.

ونحن نجد صدى رحلات بعيدة شاقة قام بها التيفاشي إلى أرمينية والعراق وفارس وغيرها، كان بعضها سعيا لتقصي المواطن الأصلية لبعض

المعادن، ومن هذه ما ورد في باب البازهر: وقد شاهدت ببلد جزيرة ابن عمر وفي تخوم بلاد أرمينية حجارة تسمى عندهم بالبازهر، وهي بيض فيها آثار ونقط من ألوان أخر.

أمانته العلمية والخلقية:

إن خير دليل على ما ألزم التيفاشي نفسه به من الأمانة في النقل ما نورده من نصوص كتابه فقد جاء في صفحة (5) من مقدمة الكتاب: «ومع ذلك فمعظم الخواص المذكورة فيه مما جربته بنفسي أو وثقت بصحة النقل فيه عن غيري من المتقدمين فأحلت عليه مسندا قوله إليه.. .».

ومن الأمثلة العديدة الأخرى على الأمانة العلمية في النقل عند التيفاشي والإحالة الصريحة للمصادر التي نقل عنها نود أن نحيل القارئ على ما أوردناه آنفا تحت موضوع «نزعته الواقعية». ونضيف إليه من باب «عين الهر» تحت خواصه ومنافعه قوله «هذا الحجر لم أجد له ذكرا في كتاب من كتب الأحجار، ومما أنقله فيه عن ثقاة الجوهريين ممن دخل الهند، وتجول فيها لطلب عجائب خواص الأحجار والوقوف على غرائبها وأسرارها ومارس هذا الفن ومهر فيه، أن هذا الحجر يجمع سائر خواص الياقوت الأحمر البهرماني». وكذلك في باب الألماس تحت خواصه ومنافعه قوله: «منها ما ذكره أرسطا طاليس وجرب فصح من أنه من كانت به الحصاة الحادثة في المثانة في مجرى البول، ثم أخذ حبة من هذا الحجر، وألصقها في مرود نحاس أو فضة بمصطكا إلصاقا محكما، ثم ادخل ذلك المرود إلى الحصاة فغلبها فتتت تلك الحبة الألماس الحصاة-قال أحمد بن إبراهيم بن أبي خالد المعروف بابن الجزار في كتابه في الأحجار: بهذا الفعل عالجت أنا وصيفا الخادم صاحب المظلة من حصاة عظيمة كانت به، وامتنع من الفتح عليها بالحديد، فلما فعلنا به هذا الفعل انسحلت الحصاة حتى صغرت وسهل عليه خروج ما بقى منها في البول».

ولم يكن التيفاشي ملتزما بالأمانة في النقل العلمي وحسب، ولكنه كان على أمانة خلقية أيضا يجدر أن ننوه بها بالمقتطف التالي من نفس الكتاب وذلك قوله قي باب اليشم تحت: «جيدة وردية» وصنعت أنا بالقاهرة المعزية كلأها الله من هذا اليشم أواني وأهديتها لبعض الأمراء ممن يقتني اليشم

ويحرص عليه وعنده منه أوان، فلم يشك أن ما أهديت له معمول في الصين، فعرفته أني عملته فأنكر ذلك حتى أوقفته على الدليل فيه وصنعت له أواني بقدر وزن مخصوص اقترح به فصدق عند ذلك. وكان يمكن لمستغل لا يلتزم بالأمانة أن يربح من غفلة الأمير..

دقة الوصف:

لم يكن كلمنت موليه عربيا كي يظن أن شهادته عن البراعة في دقة الوصف العلمي للتيفاشي مجاملة إذ يقول في بحثه بعنوان«علم المعادن عند العرب» في صفحة (5) أن كتاب أزهار الأفكار في جواهر الأحجار «اكثر الأعمال في هذا الباب ترتيبا على أساس علمي وأكثرها كمالا».

وسنورد بعض الأمثلة من الكتاب أدلة على صدق شهادة موليه نتأمل فيها براعة الدقة في الوصف العلمي عند التيفاشي:

يقول في باب الألماس تحت خواصه «ومن خواصه أنه يقطع كل حجر يمر عليه وهو في نفسه عسر الانكسار».

و يقول في باب الياقوت في خواصه في ذاته: «ومن خواص الياقوت أنه يقطع الحجارة شبيها بالماس وليس يقطعه شيء غير الماس» فيكون التيفاشي بذلك وضع اللبنة الأولى في نحرة بناء مقياس «موهر» للصلادة الذي لا يخلو من ذكره كتاب حديث من كتب علم المعادن عربيا كان أو أعجميا.

ويقول في باب الياقوت: «من خواصه الثقل فانه أثقل الأحجار المساوية له في العظم». وفي ذلك تحديد دقيق للكثافة بأنها وزن محدود لحجم معين ولقد ثبت فعلا أن الياقوت يعتبر من أعلى المعادن كثافة فلا يعلوه فيها إلا معدن آخر هو معدن الزرقون، و بفرق يسير لا يمكن إدراكه إلا بالأجهزة العلمية الدقيقة.

ومن أبرع الأمثلة في دقة الوصف التي تضاهي أكثر ما جاء في الكتابات العلمية الجيولوجية الحديثة دقة ما أورده التيفاشي في أكثر من موضع في كتابه عن خاصية التشعير وهي ما تعرف في علم الجيولوجيا الحديث بالمصطلح Cleavage أي التشقق، وأشار إلى أنها من عيوب الأحجار الكريمة فقال مثلا في باب الياقوت: «من عيوب الياقوت الشعرة» التي فسرها بأنها: «شبه تشقيق يرى فيه وقال في موضع آخر: من أردأ صفاته قبح

الشكل والتشعير والطرائق». ولقد ثبت فعلا أنه لا يوجد في الياقوت تشقق واضح ولكنه تشقق كاذب وهو ما فسره التيفاشي في دقة علمية معجزة بأنه «شبه تشقيق»! يرى فيه.

وفي باب الألماس قوله: «إذا انكسر لا ينكسر ألا مثلثا ولو كان على أقل الأجزاء»: وفي هذا إشارة واضحة إلى خاصية التشقق الكامل الموازي للأوجه البلورية المثلثة للشكل الثماني الأوجه وهي أسطح انفصام تمثل مستويات الضعف في التركيب الذري للمعدن، ولذا ينكسر دائما موازيا لهذه المستويات ولو على أقل الأجزاء.

وتكلم عن التشقق في باب الزمرد فقال: «من عيوبه التشعير، وهو من لوازمه، لا يكاد يخلو منه وهي شبه شقوق خفية تظهر فيه» وهذا صحيح فمعدن البريل الأخضر = الزمرد، يتميز بتشقق غير واضح مواز للمسطح القاعدي.

ولقد أبدع التيفاشي في وصف بلورات الألماس فقال: «ومن خواص الماس أن جميعه ذو زوايا قائمة ست زوايا، وثماني زوايا وأكثر من ذلك» فإذا علمنا أن هذا المعدن غالبا في شكل ثماني الأوجه من فصيلة المكعب اتضحت لنا دقة الوصف العلمي عند التيفاشي في الإشارة إلى عدد الزوايا بست: أما إذا تبلور الألماس في شكل المكعب فان عدد زواياه الصلبة تكون ثمانية: أما الشكلان اللذان لهما زوايا «أكثر من ذلك»فهما ذو الاثنى عشر وجها معينا وسداسي ثماني الأوجه، والأخير هو الأكثر شيوعا بين بلورات الألماس.

وتحدث التيفاشي في مواضع عديدة عن خاصية معامل الانكسار وأهميتها في درجات الجمال في الأحجار الكريمة، وأسماها خاصية «الشعاع» فقد قال في باب الياقوت:

«من خواص الياقوت الشعاع، فانه ليس لشيء من الأحجار المشعة شعاع مثله:< فإذا علمنا أن الياقوت يتميز بخاصية الانكسار المزدوج العالي نسبيا وهي الفرق بين معاملي انكساره، والتي تسبب اختلاف درجة امتصاص كل من شعاعي الضوء العادي وغير العادي أمكن تفسير ما أورده التيفاشي عن هذه الظاهرة والتي سميت أيضا في المصطلحات الحديثة بالتكون الثنائي الذي يميز بلورات الياقوت الداكنة الألوان عن غيرها من المعادن الملونة،

وقال أيضا في باب الألماس: (من الماس نوع له شعاع عظيم إذا ظهر ألقى شعاعه على ما ظهر منه بالقرب من ثوب أو حائط أو وجه إنسان أو غير ذلك بنور مختلف الضوء أشبه شيء بنور قوس قزح). وتسمى هذه الظاهرة بالتحليل الطيفي للضوء إلى مكوناته السبعة و يعزى ذلك إلى قدرة الألماس الفائقة على تشتيت الضوء وتحليله نتيجة لارتفاع معامل انكساره الواضحة.

وفي باب الدهنج (الملانهيت العنقودي)

يقول التيفاشي: «أجود الدهنج الأخضر» المشبع الخضرة الشبيه اللون بالزمرد، المعرق بخضرة حسنة الذي فيه أهلة وعيون بعضها من بعض حسان الصلب، الأملس الذي يقبل «الصقالة». في هذا الوصف الخلاب لأجود أنواع الدهنج ما يشهد بمقدرة المؤلف الفائقة على إبرازها. فمعدن الدهنج هو الملاكيت الذي يتميز بالتركيب العنقودي والألوان الجذابة.

وفي باب الجزع مثال عبقري على دقة الوصف العلمي عند التيفاشي إذ يقول: «فأما الجزع البقراني فهو حجر مركب من ثلاث طبقات، حمراء لا مستشف لها تليها طبقة بيضاءل أتستشف ويلي البيضاء طبقة بلورية تستشف، وأجوده ما استوت عروقه في الثخانة والرقة».

وهذا الوصف ينطبق تماما على الوصف الحديث لمجموعة معادن الأونيكس (Onyx) والتي تتكون من أشرطة من السيليكا البلورية وأخرى متبادلة معها من السيليكا غير البلورية.

هذا وقد أشار التيفاشي إلى اختبار الشعلة للعناصر Flame Test وهي اختبار حديث في علم المعادن يعول عليه كثيرا في التعريف على التركيب الكيميائي للمعادن وذلك في قوله عن، اللازورد «ومنها إذا وضعت قطعة منه في حجر ليس له دخان خرج لسان النار من الحجر منصبغا بصبغ اللازورد. و يثبت لون اللازورد على ما هو عليه وكذلك المحنة يختبر خالصه من مغشوشة». والعجيب في ذلك أنه حدد شرطا في الاختبار لعدم وجود الدخان «الجمر الذي ليس له دخان» وكأنه يقصد بذلك اللهب المؤكسد.

التجربة والمشاهدة الشخصية:

أن من يقرأ كتاب «أزهار الأفكار في جواهر الأحجار» بإمعان يجد أن

هناك تعبيرا يكاد يتكرر ذكره في كل باب مرة أو اكثر كأنه لازمة في أسلوب التيفاشي، هذا التعبير هو: «ومما جربته بنفسي»، «ومما اختبرته ووقفت عليه بالعمل صص،» «وقد وقفت على ذلك بالتجربة» و«قد جربنا ذلك وفعلناه مرارا».

وربما كان أبرز مثال على إخلاصه للمنهاج التجريبي التعبير الوارد في باب اللازورد: «وهذا موضع سر في عمله قل من يعرفه.. . ولا يوجد في كتاب البتة وإنما يلقى بالفائدة التجريبية، فإن اللازورد يتلف في هذا الموضع أن لم يعرف هذا السر فيه، ولم أنقله من كتاب بل هو من جملة ما وقفت عليه بالتجربة من صحيح كيفيات الأعمال الصناعية.

وهذا نص من وصفه لتجربة عملية في عمل اللازورد الصناعي، يقول «وقد يصنع اللازورد بالكيفية التي أنا واصفها. يؤخذ جزء من الزرنيخ الأحمر ومثله من الزرنيخ الأصفر وربع جزء من زاج كرماني ومثله رمل زجاج نقي من تراب خالص يدق كل واحد على حدة، و ينخل ويخلط و يسقي الخل الجيد ثم تأخذ فخارة وتطينها بطين محكم فيه وسرقين تطيينا جيدا،وتترك حتى تجف ثم تجعل فيها الأدوية وفيها ندوة الخل بقدرات السويق، وتسد الفخارة بخرق وتطين رأسها ثم يسجر التنور بحطب ثم بالسرقين حتى يصير السرقين فيه بقدر عظم الذراع، ثم توضع الفخارة بالتنور وتدفق تحت السرقين، و يطين رأس التنور وكونه من أسفل و يترك ليلة فإذا أصبح الصباح أخرجت الفخارة من التنور وأخرج ما فيها، فإنك تجد فيه فصوصا حمرا كأنها الياقوت، مدورة وكأنها الشذر وطوالا أحسن ما تراه من الفصوص وإنما ذكرنا ذلك لتعلم أن اللازورد فيه المعدني والمصنوع على الصورة المذكورة فتميز بينهما بالخبرة والامتحان.

و يصف تجربة عملية للنقش على المرجان فيقول: «ومن الناس من يتخذ منه فصوص خواتم، فان أراد أن يكتب على شيء منها ما أحب جعل على جميع الفص أو الخاتم شمعا، ثم عمد إلى موضع النقش منه فكتب فيه برأس إبرة ما حب حتى ينكشف الشمع عن موضع الكتابة لا غير، ثم ألقاه في خل همر حادق يوما وليلة أو يومين وليلتين ثم رفعه وأزال عنه الشمع، فانه يجد موضع الكتابة محفورا قد تآكل بالخل و بقية الفص أو الخاتم على حالة لم يتغير وقد جربنا ذلك وفعلناه مرارا فكان منه ما

ذكرناه».

ومن أمثلة دقة الملاحظة وترتيب الطريقة العملية لإثبات رأي أو دحضه ما ورد في باب البازهر وهذا نصه: «وقد كان عندي حجر بازهر خالص حيواني فجعلته في كيس فيه دنانير ذهب ثم سافرت سفرا بعيدا، فلما استقررت فتحت الكيس وأخرجت حجر البازهر، فلم أعرفه حتى ظننت أنه بدل على بتغير جميع صفاته، ثم وزنته فوجدته أقل مما كان، فزاد تشككي، ولم يكن معي من اتهمه، فعجبت من ذلك وبقيت متحيرا في أمره ثم جعلته في حق صغير بعد أن لففته بابريم وغفلت عنه مدة ثم أخرجته، فوجدت المجر الذي أعرفه أولا، وقد زالت عنه الهيئة الرديئة التي اكتسبها من احتكاكه بخشونة الذهب ورجعت إليه جميع صفاته الأولى إلا أن وزنه نقص بما أنحك منه في الكيس، ولما كان بعد ذلك جرى ذكر البازهر بيني وبين بعض حذاق الجوهريين فعرفني أن من خاصيته أن احتكاكه بالأجسام الخشنة يغيره، فعرفته بما شاهدته في ذلك بالتجربة تصديقا لقوله».

وهناك تجربة أخرى أجراها ليتثبت من صحة ما يشيع من أن الأفاعي تنفقئ أعينها من طول النظر إلى الزمرد، يقول «وقد كنت أقف عند ذكر هذه الخاصية في الزمرد في كتب الحكماء ثم جربتها بنفسي (فوجدتها صحيحة) وذلك أنه كان عندي فص زمرد ذبابي خالص أردت امتحانه على عيون الأفاعي فاستأجرت حواء على صيد أفعى فصادها، وجعلتها في طشت وأخذت قطعة شمع فألصقتها في رأس سهم ثم ألصقت فيها الفص وقربته من عيني الأفعى فكانت تثبت أولا نحو السهم وكانت لها حركة قوية تروم بها الخروج من الطشت فلما قربت الزمرد من بين عينيها سمعت قرقعة خفيفة كمن يقتل صؤابة على ظفره، ثم رأيت عيني الأفعى وقد برزتا على وجهها بروزا ظاهرا و بقيت حائرة في الطشت تدور فيه ولا تقصد مخرجا».

التصنيف الصحيح:

أشاد موليه بالموهبة التصنيفية عند التيفاشي وأشار إلى أنه يحسن الانتباه إلى تصنيفه للمعادن المتقاربة في فصل واحد، فمثلا نجده قد «ضم في مجموعة واحدة الضروب المختلفة من اليواقيت وعالجها في فصل

واحد. وهذه المجموعة تضم (البهرمان = «الروبي» الياقوت الاسمانجوني = السافير، الياقوت الأصفر أو الجلناري = التوياز الجمشت-الأماشيت) وهذه المجموعة متفق على صحتها علماء المعادن المحدثون». و يقول موليه كذلك إن معالجة التيفاشي للبهرمان (الياقوت الأحمر = الروبي، والاسباذشت = الزرمون في مجموعة واحدة وكذلك (الزمرد = الامرالد، والزبرجد = البر يل) في مجموعة واحدة يدل على حرص التيفاشي وتعمقه في هذا المجال و يشير إلى أن علم المعادن في زمن التيفاشي كان قد أحرز تقدما لا بأس به.

و يضيف المحققان إلى ما سبق أن قدرة التيفاشي على التصنيف الصحيح مكنته من تقسيم الزمرد إلى أربعة ضروب رئيسية هي: الذبابي والريحاني والسلقي والصابوني وقال إن أجودها الذبابي.

كما أشار في مواضع أخرى في أبواب البنفش والبجادي والعقيق والبلخش إلى العلاقة الواضحة بين هذه المعادن، وقد ثبت في علم المعادن الحديث انتماؤها جمعيا إلى عائلة الجارنت، وقد أشار التيفاشي إلى هذه العلاقة في أكثر من موضع فقال.

(1) «تكون البنفش والبلخش واحد».

(2) «من الأحجار حجر يشبه البجادي وهو الماذنج».

(3) «من الجوهريين من يجعل أصناف البنفعش خمسة ويجعل البجادي في المرتبة الخامسة منها و بعد ذلك الأسباذشت».

(4) «أصل تكون العقيق مثل البلخش والبنفش والبجادي» ولم تكن هذه الملاحظات وليدة صدفة، ولكنها كانت نتيجة دقة ملاحظة ومقارنة دقيقة بين هذه الضروب مما يدل على أنه كانت له مقدرة فائقة على الدراسة العلمية الصحيحة الدقيقة والتصنيف الصحيح، فالبنفش والبجادي والعقيق الأحمر والأسباذشت. والماذنج ضروب لعائلة الجارنت التي تتبلور مكوناتها في فصيلة المكعب والتي يتبلور فيها البلخش أيضا، فإذا أضيف لذلك ألوان هذه المعادن يمكن أن توجد أيضا في ضروب البلخش من ناحية أخرى.

وقد قسم التيفاشي البنفش إلى الأنواع التالية: الماذنبي والرطبي والبنفسجي والأسباذشت.

ولقد أجاد التيفاشي في وصف الجمشت وتصنيفه فقال: «الجمشت

أربعة أنواع أحدها ما اشتدت ورديته وسماويته (يعني شفافيته) معا وهو أجوده وأكثره ثمنا و يليه ما اشتدت ورديته وضعفت سماويته و يليه ما اشتدت سماويته وضعفت ورديته، و يليه وهو أدونه وأردوه وأقله ثمنا ما ضعفت سماويته وورديته معا».

ومن الشواهد الجلية على قدرته التصنيفية وتقسيمه لمعدن البلخش (= الاسبينل) إلى ستة ضروب هي: المعقربي (شديد الحمرة) والعطشى (أحمر صاف) والأناري (لون الرمان) والنيازكي (أحمر فاتح) والأصفر والأخضر الزبرجدي. وهذه الضروب الستة معروفة في التصنيف العلمي الحديث بين ثمانية ضروب بنفس أوصافها وألوانها التي أوردها التيفاشي.

القدرة على ابتكار المصطلحات العلمية:

القدرة على ابتكار المصطلح العلمي المناسب ترتكن على ركيزتين أساسيتين التعمق العلمي، والتضلع في اللغة، وقد كان التيفاشي يمسك بزمام الاثنتين في عصره وقد أشرنا آنفا إلى تضلعه في اللغة وقرضه الشعر.

وقد اتسمت لغة التيفاشي في كتاب أزهار الأفكار بتواتر الاصطلاحات الفنية الدقيقة، وكما يقول عبد القادر زمامة(*):

فان التيفاشي في سبيل الدقة الفنية يستعمل أوصافا ونعوتا خاصة لا تجدها في كتب اللغة المتداولة فيقول مثلا عن بعض أنواع المعادن أن فيها «ذكرا» و«أنثى» وهو يعني الرديء والجيد، كما يقول في بعض الألوان هذا «مغلوق» وهذا «مفتوح» وفيما يلي قائمة من المصطلحات الفنية التي ابتكرها التيفاشي في كتابه ومرادفاتها الإنكليزية الحديثة وكذلك ما أسفر عنه اجتهاد الجيولوجيين العرب المحدثين.

البحث في أصل المعادن

يلاحظ في كتاب أزهار الأفكار أن التيفاشي التزم في كل فصل بشرح سبب وجود الحجر أو المعدن أي تفسير الحالة التي يكون عليها في الطبيعة وهو يستند في معظم الأحوال على النظريات السائدة وقتئذ والمستمدة

(*) مجلة المجمع العلمي العربي، ج1 مجلد 29-1964 دمشق.

المصطلح التيفاشي		الإنجليزي	المعرب
1 _	التشعير	Cleavage	التشقق
			الانفلاق
2 _	المحك	Streack	المخدش
	الحكاكة		
	الانحكاك	Powder	
3 _	المخدش	Hardness	الصلادة
			الصلابة
4 _	الشعاع	Dispersion	التشتت
5 _	المائية/الشفوف	Transperency	الشفافية
6 _	الدحرجة	Sphericity	الاستدارة
7 _	السوس	Airbubbles	فقاعات هوائية
8 _	معدن	Mine	منجم
9 _	الطرائق	Twins	التوائم

أساسا من نظريات الأساتذة الأولين أمثال أرسطو وبليناس. ونردد هنا بعضا من أفكار التيفاشي عن أصول المعادن مما يستحق الوقوف عنده لنظهر به التفكير العلمي في تأصيل المعادن، ونتأمل في بعض نظرياته التي تتقارب مع بعض النظريات الحديثة.

ففي باب الفيروزج في أصل تكونه في معدنه: «الفيروزج حجر نحاس يتكون من أبخرة النحاس الصاعدة من معدنه على ما نذكره بعد في تكون غيره من أحجار النحاس». وتعتبر هذه الإشارة مجمل نظرية حديثة في أصل بعض المعادن الثانوية وهي ما يعرف الآن بنظرية الأصل الحرمائي (Hydrothermal).

كما أنه تحدث عن رواسب البرقة (Plaeer Deposits) في باب الياقوت حيث قال: «الياقوت يؤتي به من معدن يقال له سحران من جزيرة خلف سرنديب.. . وفيه جبل عظيم يقال له جبل الراهون تحدر منه الرياح والسيول الياقوت فيلقط.. . وأخبرني من دخل جزيرة سرنديب من التجار أن أهل ذلك الموضع إذا لم تحدر السيول والرياح لهم من حصباء الياقوت في بعض السنين ما جرت به العادة احتالوا لتحصيله بالحيلة التي نذكرها».

الكيميائيون العرب:

ونشأة الكيمياء عند العرب ترتبط بأمير أموي هو خالد بن يزيد، كما بينا، لكن تكوينها ونموها العظيم كان على يد شخصية أسطورية حينا، تاريخية حينا آخر، هي جابر بن حيان.. وثاني شخصية عظيمة في الكيمياء عند العرب هو محمد بن زكريا الرازي. و يقف أبو عبد الله محمد بن أميل التميمي الذي عاش في القرن الرابع الهجري علامة مميزة في مشوار الكيمياء عند العرب كذلك.

ونوجز هنا في حديثنا عن علم الكيمياء ونمر سراعا على الرياضيات والفلك بلوغا إلى المعادن والأحجار. وللعرب في الرياضيات اليد الطولى ولهم في الفلك باع طويل. وأخيرا نجد أن المسلمين قد عنوا بعلم الأحجار(الجواهر الكريمة) والمعادن، ونذكر منهم الآتية أسماؤهم.

1- الفيلسوف الكندي وله كتاب في (الجواهر والأشياء) و(رسالة في أنواع الجواهر الثمينة وغيرها) و(رسالة في أنواع الحجارة). و يقول البيروني في مقدمة كتابه (الجماهر)، أنه كان أحد مصدرين اعتمد عليهما.

2- أبو سعيد مضر بن يعقوب الدينوري المتوفى بعد سنة 397 هـ راجع بروكلمن، ج 1، ص 244 والملحق ج 1 ص 433 وراجع (الجماهر للبيروني ص32.

3- محمد بن زكريا الرازي (الجواهر والخواص) و(علل المعادن).

4- جابر بن حيان، في رسائل مختلفة-راجع باول كراوس. جابربن حيان (القاهرة ج 2 سنة 1942).

5- أبو ريحان البيروني (الجماهر في معرفة الجواهر).

6- عطارد بن محمد (منافع الأحجار).

7- أبو القاسم عبد الله بن علي بن محمد بن أبي طاهر الكاشاني (عرايس الجواهر وأطايب النفائس).

8- أحمد بن عبد العزيز الجوهري (رسالة في الجواهر).

9- ابن زهر الأندلسي (خواص الأشياء).

10- التيفاشي (أزهار الأفكار في جواهر الأحجار). وقد كان لكتاب (الأحجار) المنسوب إلى أرسطو تأثير واضح في بداية هذه الأبحاث ي الأحجار وقد نشره وعلق عليه يوليوس روسكا في عام 1912.

لكن ربما كان أهم ما وصلنا من هذه الكتب الإسلامية (العربية والفارسية) كتاب الجماهر في معرفة الجواهر. وقد أهداه البيروني إلى السلطان الغزنوي مودود. و ينقسم الكتاب إلى قسمين متميزين: الأول في الجواهر والأحجار الكريمة، والثاني في المعادن والفلزات بوجه عام والكتاب قد صححه «كرنكاو» (F. KrenKow) في سنة 1355هـ (1936 م) ونشره في مجموعة دائرة المعارف العثمانية في حيدر آباد الركن (الهند). وقد ترجم القسم المتعلق باللآلئ في مجلة الثقافة الإسلامية (Islamic Culture)، المجلد الخامس عشر سنة 1942. ودرسه «فيدمن» في كتابه قيمة الأحجار الكريمة عند المسلمين.. كذلك كان من الكتب التي نالت الاهتمام «كتاب التيفاشي أزهار الأفكار في جواهر الأحجار» والذي نشر وترجم إلى اللغة الإيطالية في عام1818. وأخيرا يلقى هذا الكتاب اهتمام العلماء العرب ويحقق بواسطة اثنين من أساتذة الجيولوجيا الأجلاء في جامعة الأزهر بالقاهرة كما مر بنا وتناولناه بالتفصيل.

وإذا كنا قد ذكرنا ذلك، فيجب أن نذكر بالإجلال والاحترام المستشرقين في ميدان العلوم عند العرب والمسلمين بعامة. فقد توالت تحقيقاتهم منذ قرن ونصف القرن بمختلف اللغات الأوروبية الحديثة لتلك الأبحاث العلمية العربية الهامة، نقلا وشرحا، مما كشف اللثام وأظهر المخبوء في حضارتنا العربية ومازال هناك الكثير ينتظر التحقيق والشرح والنقل.

بيد أننا يجب أن نثبت هنا أن علماء أوربا قد اكتسبوا ميزة الدقة العلمية من العرب، وهذه هي التي مكنتهم من تحقيق كشوفهم العلمية. ولكن هذا التمكن وهذا النجاح الذي نلمسه في كل شيء من حولنا لم يكن ليكون إلا في ظل حرية الفكر التي تنسموا عبيرها العبق من الجزيرة العربية أيضا، فهاموا بها هياما، واستبسلوا في النضال لانتزاعها من أيدي رجال الكنيسة المتعصبين، وما فازوا بها حتى تهيأت التربة الصالحة لغرس بذور حضارتهم، التي بلغت بهم وبلغوا بها أجواء الفضاء فوطئت أقدامهم أرض القمر، وغاصوا بها في قاع البحار إلى حيث لم تبلغ يوما أنفاس بشر.

ونختتم، فنقول: أن الأمم كان بعضها يتلقى الثقافة عن بعض، وهكذا دواليك. فالإغريق تلقوا مقومات حضارتهم عن المصريين والعرب في المحل الأول. ثم عاد العرب فتلقوا بدورهم فنونا من ثقافة الإغريق. ثم صارت

لكل من هاتين الأمتين حضارة، ذات طابع خاص بها. وان الخمارة ذات الطابع العربي هي التي أثرت في أوروبا الغربية، وهدتها إلى السبيل الذي انتهي بها إلى ما انتهت إليه اليوم. ثم أن كل حضارة بذاتها، لا تبقى في الأمة التي نشأت بها على حال واحدة، ولكنها تتطور على الدوام. وقد تسير قدما، أو يطرأ عليها من الظروف الخارجية ما يعود بها القهقرى إلى الوراء. وليس الغرض من تركيزنا على حضارة الإسلام والعرب أن نثير الغرور في صدور قومنا، ونقول أننا أتينا بما لم يأت به الأوائل.. ولا الأواخر، لا، فان ما تم في الحضارة الحديثة شيء فاق كل تصور وخيال عند البشر. لم نقل ما قلنا وزدنا واستطردنا في الحضارة العربية لنغني قومنا عن السعي لتحقيق أمجاد جديدة باستشعار مفاخر الأمجاد الماضية، والاكتفاء بها .وإنما الغرض منه أن نعلم نحن العرب أن أجدادنا ساهموا بأكبر نصيب في بناء مسرح الحضارة الراهنة. فتشوا وعملوا وعلموا في كل مناحي الحياة.. ومن بينها الثروات المعدنية، موضوع بحثنا هذا، والذي أضافت إليه وعمقته حضارة الغرب. فهي تراثنا قبل أن تكون تراث سائر الأمم التي ساهمت في تشييدها. ولا غضاضة علينا إذن في اقتباس مقوماتها النافعة الملائمة لنا، على أن نطورها، فلا نلحق بالركب الحضاري فحسب، ولكن نسابقه، ونفيده كما نفيد منه.. ومن عجب أن تكون الثروات المعدنية ذخرنا وذخيرتنا..

4 الأرض وعاء الثروات المعدنية

حرارة باطن الأرض:

«كانط، لابلاس، فيرنادسكي، شميدت، وغيرهم وغيرهم كثير.. أسماء تلمع في مجالات البحث عن النشأة الأولى وأصل الأرض.. ولقد طال بينهم الجدل واحتدم، وتبلور حول تساؤل يقول: هل النشأة الأولى من غازات وأتربة باردة أصلا، أم غازات وأتربة ساخنة أصلا» ومع أنه تساؤل قائم، إلا أنه لم يكن العقبة الكأداء، في سبيل اتفاقهم على رأي واحد.. وإنما المشكلة كانت أن باطن الأرض ساخن، وذاك قول ثابت... فما هو إذن سر حرارة باطن الأرض ؟!

البعض قال.. إن حرارة الإشعاع الذري الصادرة من العناصر المشعة هي المصدر الأساسي للحرارة في باطن الأرض، بشكل عام. وتلك الحرارة الباطنية هي التي تقدم تفسيرا للعمليات الجيولوجية التي تأخذ مكانها على سطح الأرض.

والبعض قال.. بل هي حرارة موروثة.. كل الأرض كانت في الأصل شيئا مصهورا، أخذ يبرد و يبرد.. فكانت القشرة، ثم ظل الباطن حارا.. أيهما نصدق، وأيهما نكذب ؟ !

ولكن الشائع الغالب، هو أن حرارة الأرض

موروثة، وقد تضيف إليها التفاعلات الذرية حرارة مكتسبة.. وبذلك فالحرارة تزيد كلما تعمقنا في سطح الأرض بمعدل درجة واحدة مئوية لكل 33 مترا.. واستطرادا مع ذلك فان درجة حرارة لب الأرض سوف يكون رقما خياليا، قدروه بما لا يقل عن مائتي ألف درجة مئوية. ذاك شيء هائل وفظيع. ولو كانت تلك هي الحقيقة لانفجر كوكبنا منذ زمن بعيد، ولتحول إلى سحب وغازات، المادة الأم التي قالوا بها، وتخيلوها هي الأصل والمبتدأ. لذلك وضعت تحفظات. فمن قائل، إن الحرارة تحت القشرة الأرضية ثابتة، ولا تتعدى أربعة أو خمسة آلاف درجة مئوية. ومن قائل، بل ترتفع الحرارة كلما زاد العمق، و بانتظام، ولكنها لا تتعدى عشرة آلاف درجة مئوية فقط عند اللب.

من أجل، ذلك عملت محاولات لدراسة حساب التوازن في الطاقة الحرارية للأرض، استنادا إلى متوسط توزيع المواد المشعة في القشرة الأرضية، والذي خيل معه أن باطن الأرض لابد .وأن يحتوي على نفس الكمية من المواد المشعة، وهي جميعا تقديرات واستنتاجات، ليس إلا. ومع ذلك خلص الباحثون في هذا المضمار إلى أن نواة الكرة الأرضية من وجهة نظر الافتراض القائل بأنها كانت باردة أصلا عند نشأتها-لابد وأن تصبح مصهورة ملتهبة، وأن الأرض على ذلك تسخن.. نخلص من ذلك إلى أن هناك حرارة كامنة في باطن الأرض، سواء أكانت مكتسبة أو متبقية.

أغلفة الأرض الصلدة:

وتأتي بعد ذلك إلى تركيب الغلاف الصلد للكرة الأرضية والذي تشير الدراسات إلى أنه يتكون على الشكل الآتي من الخارج إلى الداخل:

1 - القشرة الأرضية:

يقولون انه اصطلاح علمي غير دقيق. ومع ذلك فقد أثبتت الأبحاث أن القشرة الأرضية في جميع القارات يتراوح سمكها ما بين 40 و 60 كيلومترا، بينما هي تحت قيعان المحيطات تنخفض إلى ستة كيلومترات أو نحوها ولا وجود فيها لطبقة الجرانيتية. ولقد فرضوا في ذلك نظرية أسموها نظرية الطفو(التوازن) Isostaty، تقول بأن القارات تتكون من صخور خفيفة نسبيا

أما قاع المحيطات فيتكون من صخور أثقل نوعا، ومن ثم فبينهما حالة من حالات التوازن. ترتفع القارات بحكم خفة صخورها، فتتكالب عليها عوامل التعرية، ثم النقل، ثم الترسيب في قاع المحيط، أي فوق الصخور الأثقل نوعا.. ماذا يحدث ؟ لابد من انخفاض مستمر لقاع المحيط ومن ثم غوص في الطبقة التالية من طبقات الأرض، فيحدث التوازن بمزيد من الارتفاعات في القارات. ولكن إلى متى الغوص والطفو، أيها القائلون بتلك النظرية ؟ لابد أن يأتي يوم تنتهي فيه القشرة لتكشف عما تحتها، وذاك ما لم يحدث حتى اليوم، ولا ظهرت بوادره.. ونكص القائلون وهزوا أكتافهم قائلين، ثمة بعض الشك..

إلا أن مالا شك فيه، أن القشرة تتكون في طبقاتها العليا، من صخور رسوبية، تليها طبقة جرانيتية، ثم طبقة ثالثة من صخور أكثر كثافة تتفق خواصها وخواص البازلت. تلك أمور اتفق عليها. ولقد سمى الفاصل بين الجرانيت والبازلت في القشرة الأرضية بفاصل (كونراد) نسبة إلى عالم ألماني بذاك الاسم.-

2- فاصل موهو:

وتلك تسمية أطلقت على الحد الفاصل ما بين القشرة الأرضية كما ذكرناه آنفا، وبين ما يتلوها من طباق الأرض وأطلق الاسم نسبة إلى عالم يوغوسلافي.

2- الغطاء أو الوشاح أو الستار الأرضي:

ذاك ما يتلو فاصل موهو، باتجاه باطن الأرض. ولم يبلغه بشر بعد. ولكن استنادا إلى ما تخرج الأرض من أثقالها، بين الحين والحين-مما يصل منه إلى السطح أو يقصر دونه السبيل، فيختفي في الطباق الرسوبية للقشرة-يمكن القول، بأنه توجد طبقة تسمى «البيريدوتايت» (Peridotite) أكثر قاعدية من البازلت، وأقل في محتواها من الرمل النقي أو السيليكا، تقع تحت طبقة البازلت مباشرة. وهي أول مفردات الستار الأرضي.. معنى ذلك أنه على عمق يتراوح ما بين 40 و 60 كيلومترا من سطح الأرض، في مناطق القارات، وعلى عمق يتراوح ما بين خمسة وعشرة كيلومترات من سطح الأرض، في قيعان المحيطات توجد المادة المجهولة التي سميت

بالبيريدوتايت.. وهي في الواقع بداية المجاهل الأرضية. فالستار الأرضي يمثل نحو 70٪ من كتلة الكرة الأرضية بأكملها. وهو يمتد من فاصل موهو تحت القشرة الأرضية حتى عمق حوالي ثلاثة آلاف كيلومتر. وقد تمكن العلماء من تمييز ذلك الستار، إلى الطبقات التالية، بحسب الموجات السيزمية، وسرعة انتشارها فيها:

- إلى عمق مائة كيلومتر من فاصل «موهو»، توجد بؤر الزلازل الصغيرة، والكثير من مستودعات الماجما.

- إلى عمق 150- 250 كيلومترا أخرى من تلك الطبقة، توجد طبقة «جوتنبرج».. وهي هادئة نسبيا.

- من 200 إلى 400 كيلومتر أخرى، توجد ثالثة طباق الستار الأرضي.

- من 400 إلى 800 كيلومتر أخرى، توجد الطبقة الرابعة، وتسمى باسم العالم الروسي «جوليتسين».. وهي طبقة تمتاز بنشاطها الشديد. ففيها تتركز بؤر الزلازل الكبيرة. المدمرة لسطح الأرض وما عليه.

- على عمق 1200 كم من سطح الأرض، توجد طبقة هادئة تنتشر بها الموجات السيزمية بسرعة، حتى تقل تلك السرعة عند أعماق تبلغ نحو 2900 كيلومتر إلى 3000 كم.

4- النواة:

وهي الغموض كله والمجهول ذاته.. ومع ذلك لم تسلم من الفروض العلمية فلقد قرر العلماء أن مساحة سطح نواة الكرة الأرضية تبلغ حوالي 7 ,147 مليون كيلومتر مربع، بما يعادل مساحة مسطح جميع قارات الكرة الأرضية جميعا. وقالوا: أن النواة أو لب الأرض، يتكون من صخور مختلفة غير متجانسة، تنتشر فيها الموجات السيزمية العرضية، بسرعة خفيفة جدا حتى عمق خمسة آلاف كيلومتر.

5- النوية:

ما بعد ذلك، قمة المجهول.. وعندها تخبو الإشارات وتخفت، بل تنقطع تماما.. وان وردت يوما فهي فوق طاقة فهم البشر حتى اليوم.

فروض.. وفروض.. وفروض، واعتمادا على إشارات، لا تشبع من جوع

ولا تروى من ظمأ.. والعلماء يريدون أن يخرجوا من دائرة الفروض، إلى حيز المشاهدة والتجريب، منهاج العلم الصحيح في بحث وتصحيح. وراود العلماء خاطر جريء.. لماذا لا نحفر آبارا عميقة، نخرق بها الأرض، فننفذ من القشرة تطلعا لما بعدها من غموض ومجهول، وعندئذ نشاهد، ونجرب ما لم نقو على مشاهدته من قبل وحتى اليوم ؟؟ وكان المستهدف هو النفاذ من فاصل «موهو» الذي ذكرناه من قبل، أول حواجز المجهول، ومن ثم سمي المشروع بمشروع «موهو».

كان ذلك الخاطر الرهيب في سنة 1957.

وطرح على نضد البحث لأول مرة في سنة 1959.

واتخذت خطواته العملية في سنة 1960

وبدئ بالحفر الفعلي في سنة 1961.

قام الأمريكيون بحفر بئرين للاختبار/ إحداهما في منطقة جزيرة «جواد يلوب» في المحيط الهادي، والأخرى بالقرب من «بورتوريكو» في المحيط الأطلنطي. وقبل بدء عملية الحفر تلك، أجروا عمليات حفر اختباريه، في قاع البحر من السفن. ولقد أكدت الأبحاث السيزمية التي أجريت على جزيرة «جواديلوب» أن قاع المحيط يقع تحت طبقة من المياه يبلغ سمكها أربعة كيلومترات، كذلك افترض أن سمك الرواسب الهشة اللينة في قاع المحيط عند تلك المنطقة يبلغ حوالي 150 مترا. بعد ذلك سوف تأخذ البريمة في اختراق الصخور الصلبة التي توجد في القاع تحت الرواسب الهشة وتستمر فيها إلى الحد الممكن، بعد أن قدر أن فاصل «موهو» أو كل أساس القشرة الأرضية يقع على عمق تسعة كيلومترات ونصف الكيلومتر، أو نحوها، من سطح المحيط. وفي قول آخر أن سمك القشرة الأرضية في ذلك المكان لا يزيد على خمسة كيلومترات ونصف الكيلومتر.

وجرى التنفيذ...

*ثبتت السفن، حاملات معدات الحفر بواسطة اهلاب، ألقيت إلى القاع.. ولكنها لم تثبت للأمواج.

*أعيد تثبيتها بواسطة رفاصات، تعمل ذاتيا عند حدوث أي انحراف في مستوى السفينة..

*تم التحكم في اتجاه السفينة بواسطة العلامات المائية (الشمندورات)

المثبتة حولها..

وبدئ بالعمل..

وجاءت النتائج كالآتي. : 3570 متر مياه + 150 متر من الرسوبيات الهشة + 36 مترا في صخور اكثر صلابة (بازلت) ثم تلفت كل الآلات.. ولم يعد في الإمكان إنزال بدائل عنها في ذات البئر، مرة أخرى..

وتوقف مشروع «موهو»..

ولكن بقدر ما بلغوا من عمق في الأرض. درس العلماء وبحثوا.. وأخضعوا عينات البازلت التي حصلوا عليها للفحوص الأكاديمية، ومنها تقدير العمر المطلق لنوعية البازلت التي حصلوا عليها. واتضح أن ذلك البازلت قد تكون منذ حوالي 212 مليون سنة بفارق محتمل هو عشرة ملايين زيادة أو نقصا في التقدير.

ولئن كان ذلك المشروع قد توقف، وقصرت الآمال دون بلوغه، فانه يكفيه نفي فرضين علميين من بين ما طرح من فروض حول سر الأرض ولغزها.

أحدهما ما كان قد قال به العالم الألماني «شتاوب» من أن القمر قد انفصل عن الأرض في ذاك المكان من المحيط الهندي، عندما كانت الأرض في أولى مراحلها التطورية، منذ اكثر من 2000 مليون سنة مضت. وجاءه النفي القاطع من تقدير العمر المطلق للبازلت، الذي قال العالم انه قد خرج من باطن الأرض ليسد الفجوة الحادثة عن انفصال الجزء الذي صار قمرا.. فالتقدير يقول بأن العمر مائتا مليون سنة والفرض يقول إنه ألفا مليون سنة.. وشتان ما بين الزمنين.

وثانيهما، ما كان قد قال به العالم الروسي «بوخلياكوف» من أن المحيط الهادي كان المستنقع الذي سقط فيه شقيق للقمر الحالي كان يسمى «بيرون».... وجاءه النفي القاطع، حيث لم يلحظ جيولوجيو مشروع «موهو» أية آثار لتلك الكارثة الكونية.

وفي الاتحاد السوفيتي، الذي لم يشأ أن يتخلف عن مثل تلك الأبحاث، اتخذ القرار بالبدء في حفر آبار تعمق إلى مقدار من 15 إلى 18 كيلومترا تحت سطح الأرض.. وان اختلفت الظروف هنا عن هناك. وفي كلا المشروعين لم يستمر العمل غزوا لأعماق الأرض، كما استمر غزوا لأعماق

الفضاء..

خلاصة الأمر.. أنه بالحفر، والحفر العميق بالذات، تطول أيدينا صخورا جديدة تختلف عما تعودنا رؤيته على سطح الأرض. ومن تلك الصخور قد تتراءى لأعيننا بعض رموز اللغة الصامتة التي تتحدث بها الأرض أحيانا، فلا يفهمها البشر.. أن عينات الصخور ذواتها هي خير من يقص علينا قصة الخفاء، تحت سطح الأرض أن الصخور في صمتها وهدوئها، تحتفظ في داخلها بمعلومات مختلفات عن ظروف تكوينها، وحال نشأتها، وكذلك عن تلك الأحداث الهامة التي تعرضت لها، والمشكلات المرتبطة بها. أنها لاشك تستطيع أن تضيء لنا تلك الجوانب الغامضة عن معالم جغرافية وجيولوجية وتاريخ الأرض، غير المعروف ولا المرئي.. والتي مازالت مغلفة بلفائف الغموض والمجهول. إن للصخور أهمية تضارع أهمية صحاف الكتب ومدادها.. وان للصخور مصائر مثيرة، فهي شهود الأحداث العظيمة في تاريخ الكون... ولاستجواب تلك الصخور تضافرت علوم شتى، مما أبدع الإنسان وأوجد.. فهناك الكيمياء، وهناك الفحص المعدني، وهناك التحليل الطيفي، و باستخدام الأشعة السينية والتحليل الذري و..و.. الكثير والكثير من الطرق والوسائل..

ومع كل ذلك، تبقى مشكلة.. أنها مشكلة الأصل في بعض تلك الصخور فالصخور الرسوبية معروفة الأصل والمنبت.. أنها نتيجة التكسير والتعرية بشتى الطرق، ثم النقل أو عدمه، ثم الترسيب والتصلد.. فتسمى صخورا رسوبية. والصخور النارية.. ما شأنها ؟ أنها كل ما خرج عن انصهار أو ماجما فانغرس في باطن الأرض أو انبثق على سطحها..

والصخور المتحولة، هي ما تحولت عن هذه أو تلك، بضغط أو بحرارة، أو بكليهما، أو بعوامل المياه الجوفية أو غيرها..

ويختلف هنا القائلون بالأصل الساخن للأرض (الماجماتيون) والأصل البارد للأرض (النبتونيون).

فمثلا الجرانيت.. قال الماجماتيون انه من أصل ناري، وقال النبتونيون لا.. بل هر متحول عن أصل رسوبي.. ثم البازلت.. قال الماجماتيون، لا جدال في هذا فهو أساس القشرة الأرضية وجدار فاصل «موهو» وأقرب ما يكون للستار الأرضي.. إنه ذو أصل ناري لا مراء.

وحتى في هذا جادل النبتونيون.. وكان مثار الجدل، بعض الصخور التي أمكن الحصول عليها من أعماق بعيدة، يشبه مظهرها الخارجي صخور البازلت إلى حد كبير وبالفحص المجهري اكتشفت فيها خواص معينة، حيث أمكن بسهولة رؤية آثار رواسب. عضوية دقيقة. عندها كان التساؤل. أيمكن أن يكون هذا في صخور البازلت التي تبلغ درجة انصهارها اكثر من ألف درجة مئوية ؟ إن أية آثار للحياة، لو وجدت تحت تلك الظروف، لكانت اختفت تماما حتما. ولكن الواقع هو ذاك صخر له صفات وخواص البازلت و به بقايا عضوية.. ما الأمر إذن ؟ وما خطب النظرية المجماتية في تكو ين الصخور؟ أن معنى وجود آثار عضوية.. أن تلك الصخور بازلتية الشكل والخواص، لم تتكون من الصهارة في باطن الأرض.

هنا يقول أصحاب الرأي الآخر.. .

أن تلك الصخور بازلتية الشكل والخواص، قد جاءت للوجود أثر عمليات جيولوجية معقدة، أولها إعادة تبلور الصخور الرسوبية الأصل، التي أعطيت فيما بعد مظهرا بازلتيا، من خلال عمليات تحويلية غاية في التعقيد، جعلتها تشبه الصخور البركانية، لكنها ظلت محتفظة بآثار حياتها السابقة التي يتخيلها الباحثون على هذا النحو:

ترسبت هذه الصخور في قاع بحر على شكل طمي بحري عادي، ومعها بقايا عضوية ثم انضغط الطمى متحولا إلى صخور طينية صلبة، ثم بدورات المحاليل المختلفة في الأرض، تكونت بلورات دقيقة وصغيرة.. وكان ذلك تحت ضغوط شديدة على شكل مياه ورواسب تجددت فرقها، غطست الصخور وهوت إلى أعماق بعيدة في القشرة الأرضية.. ازداد الضغط.. وازدادت الحرارة.. تولدت البلورات التي تميز البازلت..

ويخلص أصحاب هذا الرأي.. إلى رأي مضاد وخطير..

لا يجوز أن تنسب كل صخور البازلت إلى الصخور البركانية.

وفي قول آخر.. أن بعض الصخور التي يشبه مظهرها الخارجي الصخور البركانية، يمكن أن تنشأ من أصل غير بركاني..

إذن هناك بازلت ناري.. و بازلت غير ناري..

ماذا يعني ذلك ؟

انه يعود بنا ثانية إلى السؤال الكبير.. ماذا في باطن الأرض.. أنشأت

الأرض من مادة ساخنة، فهي تبرد.. أم نشأت الأرض من مادة باردة، فهي تسخن ؟

ومرة أخرى، فالجواب عند الحفار ين.. حفاري الأعماق البعيدة.. أن استطاعوا أن في يخرقوا الأرض..

فلو أن صخور البازلت قد تكون نتيجة تدفق الصهارة أو الماجما من مستودعاتها الموجودة تحت سطح الأرض، لكان تحت القشرة مستودعات مجماتية متصلبة، أو مستودعات مصهورة نشيطة، لكن من بإمكانه أن يقول ذلك.. ؟

إن الجواب يستلزم عملا خرافيا.. يستلزم حفر آبار، يبلغ مداها فاصل «موهو»فيخرقه، ويبلغ ما بعده، فهل يكون ذلك ممكنا؟

ولماذا هرب الإنسان إلى الفضاء دون أن يكمل بحث واستقصاء أرضه.. ؟ أكانت إمكانياته إلى الفضاء أيسر منها إلى خرق الأرض و بلوغ أعماقها؟

الصهارة، مصنع المعادن والصخور:

أن ذاك الباطن المصهور من الأرض يبقى ساكنا طالما تعادلت الظروف المحيطة به. فإذا اختلفت تلك الظروف أو اختلت، وجدت تلك الماجما طر يقها إلى السطح على شكل بركان. تلك المادة لم يرها أحد على الإطلاق حيث هي في الأعماق وتبلغ درجة حرارتها أكثر من ألف درجة مئوية وتقع تحت قوة ضغط كبيرة تبلغ اكثر من ألف ضغط جوي. ونتيجة للضغط الهائل ودرجة الحرارة المرتفعة تكتسب الماجما صلابة تفوق صلابة الصلب بمراحل. ولكن إذا اختلفت الظروف المحيطة بها فإنها-حتى تحت الصدمات الخفيفة-تنتشر وتتمدد، كما هي الحال في المحاليل والسوائل. و يقول الماجماتيون أن الماجما هي المعمل الذي تمت وتتم فيه عملية تكون الصخور والمعادن.. وهي المصدر الذي تولدت فيه جميع الرواسب والخامات المعدنية.

ولكن برغم الفروض العلمية..

و برغم الخيالات العلمية..

فلم يزل سر الأرض سجين بئر بعمق باطنها البعيد..

ولم يزل الخلق يمشون في مناكبها، يفكرون، و ينظرون، و يتأملون، لعلهم يستطيعون النفاذ إلى أسرارها، ولكنهم لن ينفذوا إلا بسلطان.. وليس

أمام الإنسان إلا مواصلة البحث الشاق، لكي يصل إلى سر تلك الماجما أو الصهارة. هنا يقال أن البراكين قد تكون قناة للوصول بمعرفتنا إلى المجهول كما هي قناة لتوصيل المادة المصهورة إلى سطح الأرض، أنها عندئذ نافذة نطل منها على الأعماق. ولكن هل تختلف صورة الماجما عند اندفاعها إلى السطح عن صورتها التي كانت عليها في باطن الأرض.

لا أحد يعرف.

ولكن بالدراسات على البراكين يمكن الحصول على معلومات كثيرة ومقبولة عن طر يقه تكون الصخور البركانية وعن طبيعة نشاط البراكين المختلفة، ومن ثم إطلالة على حالة الماجما في الأعماق.. وجلاء لأمور كثيرة تطرحها البحوث على نضد الدرس والاستقصاء. منها ما انجلى بعضه، ومنها ما استغلق على الإفهام أكثره.

على أي الأعماق توجد مستودعات الماجما، تلك التي تمد البراكين بمادتها؟ ما علاقة الماجما بما يصعد معها من غازات و بشكل خاص الأيدروكربونات ؟ ما هو تركيب الماجما في الأعماق، وهل يختلف ما فوق السطح منها عما هو تحت السطح ؟

أخيرا وليس أخرا، كيف تتكون تلك الماجما ذاتها، وكيف تنشأ؟

تلك أموركما قلنا، مازال العلم جادا في البحث عن إجابات لها، يقفز خطوة ويتعثر أخرى، ولكنه على عزم وإصرار لبلوغ المستطاع في ذاك السبيل.

والسبيل ما هو؟

- أنها الدراسة، وإنها تتبع واع لتاريخ التصدعات والفلوق التي حدثت في القشرة الأرضية على مر العصور الجيولوجية المختلفة. إذ أن مناطق التصدعات والشقوق الأرضية هي أنسب الأماكن التي تسمح بخروج الماجما. أن مناطق الضعف في القشرة الأرضية هي أيسر المسالك التي تتخذ الماجما حين تهيئ لها الظروف ما يدفعها إلى السطح من الأرض أو قريبا من السطح. ومرد ذلك بالطبيعة هو التدفق وقوته، وصلابة طبقات القشرة، ومقاومتها. وان انتهت الماجما إلى سطح الأرض في تدفق ثائر، فهي عندئذ بركان وصخور بركانية، وان لم تصل فلها اسم ثان.. . إنها عندئذ الصخور المتداخلة Intrusive. أما التي تنتج عن البراكين، فهي الصخور البركانية،

ولكل نوعياتها وتقسيماتها العديدة.

هل بلغ الإنسان هدفه من معرفة سر باطن الأرض وأبجدية نشأتها؟.. فمن الناس علماء الفلك والى متاهات السماء يتطلعون. ومن الناس علماء الجيولوجيا أو طبقات الأرض، وفي أعماقها يفتشون، ولخورها ومعادنها يستنطقون.. ولكن هؤلاء وهؤلاء وغيرهم يؤمنون تمام الإيمان بوحدة الكون ووحدة خالقه. فالأرض من المجموعة الشمسية.. والمجموعة الشمسية من مجرة التبانة.. ومجرة التبانة مفردة من مفردات الكون الأعظم.. ولهذا فلقد كان للعينات الواردة إلينا من فضاء المجموعة الشمسية-وهي ما تسمى بالنيازك والشهب-دور في بعض الفروض، و بعض ضوء يلقى على طر يق المسيرة.. تلك الأحجار النيزكية أو مادة الكون المقذوفة، والتي تجذبها الأرض إلى فلكها وهي تدور، لها أهمية خاصة بالنسبة لهذا الموضوع. تتساقط تلك الأحجار النيزكية، فوق سطح الأرض في كتل تختلف حجما، من رماد بالغ الدقة إلى كتل ضخمة تزن عدة أطنان. وهي إذ تفعل إنما تكون شاهدا ودليلا، على ما في باطن الأرض. فالأرض ذاتها اعتبرها بعض العلماء قذيفة من النيكل والعناصر الثقيلة الأخرى، مغطاة أو مغلفة بقشرة من الخبث. حتى قيل انه من المحتمل أن يكون لكل الكواكب والأقمار من المجموعة الشمسية نفس التركيب.

تلك الأحجار السماوية تنقسم إلى ثلاث مجموعات رئيسية، تتداخل تدريجيا الواحدة في الأخرى، فهي:

1- نيازك حديدية Siderites وهي عبارة عن سبيكة كاملة تقريبا، من الحديد والنيكل.

2- نيازك حجرية حديدية Siderolites وهي خلائط من الحديد والنيكل، و بعض المعادن الأخرى الثقيلة.

2- نيازك حجرية Merolites وهي النيازك التي من حجر، وتشبه عادة بعض الصخور الأرضية الأكثر قاعدية من البازلت، كما يوجد بها أحيانا كميات صغيرة من الكبريت والفوسفور والكربون وعناصر أخرى..

ولقد بين بعض العلماء أنه إذا عمل نوع من الإحصاء العددي، لكل ما هبط من السماء من نيازك-المعروف منها بوجه خاص-فان المجموعة الحديدية تفوق وزنا المجموعة الصخرية، إذ تتساقط النيازك الحجرية

بكثرة عددية زائدة حتى تشبه المطر أحيانا، ولكن النيازك الحديدية تسقط حين تسقط في كتل كبيرة لدرجة أنها تفوق في الوزن غيرها من أنواع النيازك، ومن ثم فان ذلك يعد تدعيما للرأي القائل بأن في أعماق الأرض لبا من عناصر ثقيلة كالحديد والنيكل وما شابه..

انطلاقا من ذلك.. سنتخذ هنا سبيل الماجماتيين.. هؤلاء القائلين بتكون الصخور والمعادن ورواسبها من الانصهار، أو الماجما، أو الباطن المصهور، في قلب ا لأرض.

متوسط التكون الكيميائي لقشرة الأرض

ولما كانت القشرة الأرضية-أو بعضها في بعض الأحايين-هي مجال المشاهدة والتجريب عند الإنسان، حيث ليس بمقدوره الولوج اكثر من ذلك في أعماق الأرض.. فلقد توصل-العلماء إلى خلاصة عن تلك القشرة،

	النسبة المئوية للعناصر في كل القشرة الأرضية	النسبة المئوية للعناصر في الصخور النارية (% 95 من القشرة)
أوكسجين	46.71	46.59
سليكون	27.69	27.72
ألمنيوم	8.07	8.13
حديد	5.05	5.01
كالسيوم	3.65	3.63
صوديوم	2.75	2.85
بوتاسيوم	2.58	2.60
ماغنسيوم	2.08	2.09
تيتانيوم	0.62	0.63
هيدروجين	0.14	0.13
فوسفور	0.13	0.13
كربون	0.094	0.032

	النسبة المئوية للعناصر في كل القشرة الأرضية	النسبة المئوية للعناصر في الصخور النارية (% 95 من القشرة)
منجنيز	0.09	0.10
كبريت	0.052	0.052
باريوم	0.050	0.050
بقية العناصر	0.244	0.258
المجموع	100.00	100.00

جدول 5 متوسط نسبة العناصر في القشرة الأرضية بعمق عشرة أميال

	النسبة المئوية للأكاسيد في القشرة الأرضية	النسبة المئوية للأكاسيد في الصخور الصخور النارية (% 95 من القشرة الأرضية)
اكسيد السليكيا	59.07	59.12
اكسيد الألومنيا	15.22	15.34
اكسيد الحديديك	3.10	3.08
اكسيد الحديدوز	3.71	3.80
اكسيد الماغنسيوم	3.45	3.49
اكسيد اللكالسيوم	5.10	5.08
اكسيد الصوديوم	3.71	3.84
اكسيد البوتاسيوم	3.11	3.13
الماء (اكسيد الايدروجين)	1.30	1.15

	النسبة المئوية للأكاسيد في القشرة الأرضية	النسبة المئوية للأكاسيد في الصخو النارية (% 95 من القشرة الأرضية)
ثاني اكسيد الكربون	0.35	0.102
اكسيد التيتانيوم	1.03	1.050
خامس اكسيد الفوسفور	0.30	0.299
البقية	0.055	0.299
المجموع	100.00	100.00

جدول 6 متوسط نسبة الأكاسيد في القشرة الأرضية بعمق عشرة أميال

وحتى عمق حوالي عشرة أميال.. وقالوا إنها تتكون من صخور نارية بمقدار95٪ وصخور صفحية بمقدار 4 ٪ وصخور الحجر الرملي بمقدار 0,75 ٪ والأحجار الجيرية بمقدار 0,25 ٪ وأغفلت الصخور المتحولة، لأنها من هذا وذاك.. وكان متوسط التكوين الكيميائي لتلك القشرة الأرضية الخارجية، بعمق عشرة أميال أو نحوها كما في كما في جدولي5, 6.

من ذلك يتبدى أن خمسة عشر عنصرا، من بين العناصر البالغة اكثر من مئة عدا، تشكل 99,75٪ من القشرة الأرضية، وأن أغلبية العناصر الهامة في الأعمال الاقتصادية للإنسان تدخل في الباقي وتوجد في القشرة بكميات في حدود جزء من مائة من ١٪.

أما الصخور، فما أمرها؟

أنها تتكون من معادن.. وهذه تنشأ من اتحاد بعض العناصر في مركبات مختلفة غير عضوية، وتكون فيها الأكاسيد ذات أهمية ثانوية فقط. وقيل إنه من المحتمل أن يتكون 99,9٪ من القشرة الأرضية من حوالي عشرين معدنا فقط، تسمى بالمعادن المكونة للصخور-من بين اكثر من ألفي معدن أو نحوها. معروفة عند الإنسان الآن وتعتبر السيليكا (أي مادة الرمال النقية)

عاملا مشتركا في كل تركيبات المعادن، المكونة للصخور تقريبا. فمادة الرمال النقية تلك، والتي تسمى سيليكا تتحد مع عناصر البوتاسيوم أو الألمنيوم أو الصوديوم أو الكالسيوم منفردة أو ثنائية، لتكون ما يسمى بمعادن الفلسبار، وهي الأكثر شيوعا في تكوينات الصخور. واتحاد تلك المادة الرملية النقية أيضا بالحديد أو الماغنسيوم أو .. أو.. يعطي معادن أخرى، عديدة وشتى، تدخل في تكوين الصخور تحت اسم السيليكات، ومن ثم، الثروات المعدنية.

أما معادن الأكاسيد فيمكن ذكر أربعة منها فقط، كمكونات مهمة للصخور تلك هي الكوارتز أو الكورت أو اتحاد الأوكسجين مع مادة الرمال النقية (سيليكا) و يسمى ثاني أكسيد السيليكون. وهو من اكثر المعادن انتشارا بعد معادن الفلسبار التي ذكرناها سابقا. ثم تأتي أكاسيد الحديد بأنواعها التي تكون بوجه عام المواد الملونة الحمراء والبنية والصفراء في الصخور بل هي اللون الرئيسي على لوحة ألوان الطبيعة حين تمسك بفرشاتها لتزين ذاتها. أما الألمنيت فهو أكسيد الحديد والتيتانيوم. أما الكربونات والفوسفاتات والكبريتيدات والكلوريدات فهي مركبات تلي ذلك أهمية في تكوين الصخور بشكل عام.

يلتقي جمهرة العلماء الجيولوجيين على أنه مهما كانت النظرية المعتقد فيها فيما يتعلق بأصل الأرض ونشأتها الأولى، فان من المؤكد أنه على الأقل قد مر بعض من مادة السطح الأصلي للأرض بمرحلة الانصهار لسبب أو لآخر، وأن المادة الصلبة الأولى قد اشتقت من الصهارة، تلك القشرة الأصلية لسطح الأرض-التي نعني-غير ظاهرة في أي مكان على سطح الأرض الحالي. إلا أن الصخور التي تكون بعد ذلك قد نتجت إما من تلك القشرة الأولى، وما من اندفاعات تلت ذلك من المادة المنصهرة.. والصخور التي لها هذا الأصل تسمت بالصخور النارية أو الأولية أو الابتدائية.

وبعد أن تصلبت القشرة الأرضية، ومر الزمان طويلا، وتكون الغلاف المائي والهوائي، بدأ الماء والهواء-فيما يبدو-بحالتهما البدائية، التي أعطتهما فاعلية كيميائية اكبر بكثير مما لهما الآن-في مهاجمة تلك الصخور الأولية. ذاك ما نسميه اليوم التجوية أو التعرية أو التآكل. ونتج عن ذلك العمل التفككي أنقاض مفككة من مادة الصخور الأولية، كما نتج عن عملهما الكيميائي مخلفات ومواد مذابة أو عالقة.. ولم يقتصر الماء والهواء على ما

فعلا.. بل كمحصلة أخرى لعملهما تم اكتساح ذلك الحطام ليتجمع في النهاية في فجوات القشرة الأرضية ومنخفضاتها حيث تتجمع المياه وبها حملها المذاب أيضا من تلك الصخور.. ثم ترسبت المخلفات المتجمعة، بعد أن كانت محمولة أو عالقة أو مذابة في الماء والهواء، لتتماسك في النهاية إلى صخر صلب وليضاف بعدئذ-بعد زمان يطول أو يقصر-إلى قشرة الأرض الصلبة. وتحت ظروف أخرى تترسب بالمثل المواد المذابة في الماء، إما بطريق مباشر أو غير مباشر، أو بفعل الأحياء.. . و يتتابع حدوث ذلك بالطبيعة في أزمنة جيولوجية متتالية.. حصيلة كل ذلك في النهاية تراكمات من المادة، تصبح مع الزمان صلدة صلبة تساعد في بناء القشرة الأرضية. وقد استمرت هذه العمليات خلال الزمن الجيولوجي الطويل، وتعرضت الإضافات الجديدة للهدم، شأنها في ذلك شأن الأجزاء الأقدم. وعلى ذلك فمن الممكن لبعض المواد أن تجتاز عدة دورات من عمليات الهدم والبناء، ثم البناء والهدم.. دورات متتابعة. والصخور التي لها هذا الأصل التكويني سميت بالصخور الثانوية لأنها تكونت من مواد مشتقة من صخور أولية أو عتيقة أصلا. تلك الصخور الثانوية يمكن تقسيمها إلى صخور رسوبية وكيميائية وعضوية بحسب ما اكتسبت من صفات وما تميزت به من تكوين. كمالا يخفى أن تكرار الهدم والبناء قد يؤدي إلى تركيزات للثروات المعدنية.

وفي النهاية قد تتعرض كل من الصخور الأولية أو الابتدائية والثانوية للحركات الأرضية، التي تغور بها في أعماق القشرة، حيث الحرارة والضغط يرتفعان بشدة، و يؤثران بقوة مما يجعل إعادة التكوين أو التشكيل ممكنة جزئيا أو كليا،... فتمحي صفات أصلية، وتكتسب صفات أخرى كليا أو جزئيا. وهكذا تعرف الصخور التي تغيرت كليا تقريبا عن حالتها الأصلية، بالصخور المتحولة.

تصنيف الصخور:

ومن هنا كان التصنيف الثلاثي للصخور بعامة، بحسب النشأة إلى: نارية-ثانوية (رسوبية)-متحولة كما ذكرنا من قبل. ولكن حديثا يبرز تصنيف آخر، يسمى التصنيف التكويني وتترتب فيه الصخور حسب مجموعة من العمليات الجيولوجية إلى رتبتين عظيمتين، هما:

1- داخلية المنشأ، وهي الصخور التي تكونت اثر عمليات جيولوجية ذات منشأ داخلي في باطن الأرض. وهي التي تعمل في الأعماق أي من الداخل إلى الخارج بالنسبة للقشرة الأرضية.. من أمثال تلك العمليات التأثيرات الحرارية العالية والسائدة والمحاليل الحارة من أصل انصهاري. وفي النهاية تعطي صخورا داخلية المنشأ على النحو التالي:

صخور نارية-نتائج الارتشاح الناري-نتائج التغير الحراري الحركي.

2- أما الصخور خارجية المنشأ فهي ما تكونت بعمليات ذات أصل خارجي أي تعمل سطحيا أو من الخارج للداخل، وتتكون تلك الصخور تحت درجات الحرارة العادية، والماء المصاحب لها، والذي منشؤه الغلاف الهوائي ومن أمثلة تلك الصخور:

مخلفات التجوية من الرواسب الفتاتية-رواسب ا لمحاليل-التجمعات العضوية..

ولما كان بحثنا هذا يتناول الثروات المعدنية التي يعتبر منشؤها الأول ونبعها الأصيل هو الماجما وما يخرج عنها من صخور نارية.. فسنقصر كلامنا عليها وان كان هذا لا يخفي بالقطع رواسب وخامات معدنية ذات أصل رسوبي، لكن أصل الأصل يرجع إلى الماجما ذاتها.

وكما قلنا من قبل، سننطلق في أثر المجماتيين..

فنقول إن الصخور النارية تتكون من تبريد وتصلب الماجما أو الصهارة. وهي مادة صخرية ساخنة متحركة، تتكون كلها أو يتكون جزء كبير منها من طور سائل، في بعض مراحله، أو من طور غازي في مراحل أخرى، أو قد تتكون الماجما أو الصهارة كلية تقريبا من أطوار صلبة متبلورة. ومن ناحية أخرى تتكون الصخور المتحولة في غياب المصهور بإعادة التبلور والتفاعل بين المعادن الصلبة، حتى في درجات الحرارة العالية. وقد يختلف التركيب المعدني والكيماوي وكذلك نسيج الصخور الصلبة، عند حدوث تبادل للأيونات بين المعادن والأطوار السائلة المتحركة التي عادة ما تكون غازات مائية أو محاليل حرارية. وفي المستويات العميقة من القشرة الأرضية تتداخل الظواهر النارية والمتحولة دون نظام. ولذا فكثير من الصخور التي تنشأ هناك لها خواص انتقالية بين النارية والمتحولة، مثل صخور الماجماتيت.

و يقول المتخصصون: إنه الآن لا يوجد ولا يمكن أن يكون هناك أدنى

شك في أن معظم الصخور البركانية تنشأ من انصهارات معظمها كانت سائلة. ولكن هذا التعميم لا ينفي وجود مشكلة حول أصل الكثير من صخور الأعماق.-إذ أن بعض تلك الصخور التي تسمى نارية، تبدو وكأنها قد تكونت من تداخل مواد الصخر المتحركة مع التي كانت في حالة سائلة. فالجرانيت مثلا صخر ناري، ولكنه يشك في نسبته إلى السيولة أو الانصهار الكلي، في أي مرحلة من مراحل تكوينه.. وهنا تتوارد على الخاطر عملية أخرى تسمى بالجرنتة. إلا أن ذلك لا ينفي تماما نسبة الجرانيت في بعض أنواعه إلى الصخور النارية.

هنا نجد أنفسنا أمام نوعين من الصخور النارية..

صخور بركانية: فيها البازلت وأقاربه، وتأتي من أغلفة أرضية عميقة الغور، بازلتية التركيب أسفل القارات والمحيطات، أو متكونة من الانصهار الجزئي لمادة الأعماق البعيدة.

وصخور بلوتونية. يشيع فيها الجرانيت وأقاربه، وهي قاصرة على القارات، نتجت من صهارة جرانيتية أولية، تكونت بانصهار أنواع متميزة من الجزء الأسفل من القشرة.

وقيل في ذلك، إنهما إنما ينشآن من انصهارين أوليين مختلفين، مع أن معدل تركيبهما يكاد يكون متساويا. وكالعادة، فطالما أن الأمر بعيد عن يد الدارس وعينه، فالفروض من حوله كثيرة.. ونوعيات الصهارات وكيفيتها في خيال العلماء عديدة..

تطور الصهارة:

ولندع النقاش حول تلك الصهارات الأولية ومكانها ونوعيتها إلى مرحلة أخرى في الفروض العلمية، تلك هي تطور الصهارة.

فالصهارات على أي حال كانت يمكن أن يتحور تركيبها الأولي ليعطي مجموعة من الصخور النارية. وهناك ثلاث طرق يمكن أن يحدث بواسطتها هذا التحرير، هي: التمايز والتمثيل والخلط.

ففي حالة التمايز أو التجزئة ندرك أنها عملية تنشطر بواسطتها الصهارة المتجانسة إلى أجزاء مختلفة التركيب. وتتم تلك العملية عبر عوامل أربعة هي:

ا- هجرة الأيونات أو الجزيئات.. وهي عملية تتم فيها تلك الهجرة نتيجة للحرارة المتدرجة، بمعنى أنه مع التدرج الحراري أو الانخفاض في درجات الحرارة تتبلور أيونات أو جزيئات من المادة المصهورة. وتبدو لصهارة في النهاية وقد انقسمت على نفسها.

2- الانقسام.. وهي عملية يتم فيها انقسام المصهور الماجماتي المتجانس إلى جزأين أو اكثر غير قابلة للامتزاج.

3- النقل الغازي.. وهي وسيلة أخرى لعملية تمايز المصهور الماجماتي أو تجزئته وهنا نجد فقاعات الغازات المتصاعدة من الصهارة قد تتجمع ثم تنقل بعض المكونات المتطايرة للصهارة من مكان إلى آخر، أومن جزء فيها إلى جز آخر.. و يتم ذلك بأن تربط بعض الفقاعات نفسها بالبلورات وتعومها إلى أعلى وقد تتسبب في رخ السوائل بين ما تكون من بلورات.

4- التبلور.. وتلك أهم الوسائل والسبل إلى تمايز أو تجزئة الصهارة.. فبعض المعادن في الصخور النارية توجد ملازمة لبعضها، لأنها تتبلور تقريبا في نفس درجة الحرارة.. . بمعنى أن بعض المعادن تكون رفقاء حرارة واحدة في التكوين، كما أن البعض الآخر نادرا ما يتواجد مع بعضه.. إذ أن هناك رفقة وهناك وحدة في سلوك بعض المعادن. تلك العلاقات السلوكية توضح ظاهرة التبلور التجزيئي للصهارة في مراحل برودتها المختلفة. وفي أثناء عملية التبلور تلك يوجد دائما ميل لحفظ التوازن بين الأطوار الصلبة- تلك المعادن التي تبلورت-و بين الأطوار السائلة-تلك المعادن التي لم تبلغ البرودة بها حد التشكيل البلوري أو التبلور. ولحفظ هذا التوازن في أثناء هبوط درجة الحرارة تتفاعل البلورات التي تكونت مبكرا-أي في مراحل التبريد الأولى-مع السائل، وتتغير من ثم في التركيب ثم تعود تتفاعل وتتغير في التركيب، و باستمرار بحيث تنتج سلسلة مستمرة من المعادن وتحولاتها الصلبة المتجانسة.

فمثلا يتواجد بالماجما عادة كالسيوم (جير) وصوديوم وهي منصهرة.. وتبدأ الصهارة تبرد.. وتبدأ في ذات الوقت البلورات تتفاعل.. ولنأخذ نوعية محددة من البلورات ولتكن ما تسمى فلسبارات البلاجيوكلاز.. تتكون أول الأمر نوعية منها تسمى الأنورثيت.. يكون هذا الأنورثيت غنيا بالجير.. ولكي يحدث التوازن الذي قلنا به مسبقا، يعود هذا المعدن المتبلور ليتفاعل

مع السائل الذي عنه تبلور.. فيعطي نوعية جديدة من المعادن تكون أقل نسبيا في الجير مثل معدن البيتونيت... و يعود هذا-لحفظ التوازن من جديد-يتفاعل مع السائل فيعطي نوعية أقل من سابقتها في الجير وهكذا.. مع هذه الاستمرارية في تناقص الجير تبدأ نسبة محتوى المعادن المتبلورة من الصوديوم تزيد.. ذلك لأن الجير يكون قد استهلك وأصبحت الصهارة أغنى بالصوديوم. وهكذا حتى يتكون آخر السلسلة معدن الألبيت، وهو أغنى معادن تلك السلسلة بعنصر الصودلوم. أنها سلسلة من التشكيل البلوري، ثم التفاعل ثم التبلور، مستمرة مع هبوط الحرارة واستمرارية التفاعل. ولكل من معادن تلك السلسلة صفات تكاد تكون متدرجة.

وهناك نوعية أخرى من التبلور مع برودة الصهارة.. تبرد الصهارة فتتكون بلورات معينة ذات تركيب يدخل فيه الحديد والماغنسيوم. إلا أن هذه الحالة تغاير سابقتها، فليست هناك استمرارية في التفاعل مع البرودة.. ولكن هناك تحولات من حالة متبلورة إلى حالة أخرى، كأن يتحول معدن الأوجيت إلى معدن الهورنبلد مثلا، ولكل منهما صفات ضوئية مميزة وتختلف به عن الآخر.. تلك التغيرات المفاجئة في التبلور الصهاري تكون ما يسمى بسلسلة التفاعل غير المستمر.

وكنموذج عند درجات حرارة واحدة، نجد الفلسبارات للمعادن المتوافق تبلورها البوتاسية والمرو والبيوتيت أي أنها تميل للتكون معا، برغم اختلاف الموقف من السلسلتين المذكورتين.. كذلك يبدو من هذا التسلسل، التنافر بين بعض المعادن والتي لا يمكن أن تتواجد مع بعضها في صخرة واحدة، جنبا إلى جنب.

وهكذا نرى أيضا من التسلسل السابق أنه في الحالات الطبيعية عندما يصل التفاعل بين البلورات والسائل إلى نهايته، تتكون من الماجما في مراحلها الأخيرة صخور ذات معادن تختلف تماما عما تبلور من الماجما في مراحلها الأولى.. ذاك هو الترتيب العادي في الظروف العادية للتكوين.

التمنطق والتمثيل والخلط:

ولكن هب أن الأمر لم يكن طبيعيا . ولم تتح الفرصة للماجما أو الصهارة لتبرد تدريجيا وفي مكانها حيث هي.. ولنقل مثلا أنها اندفعت إلى السطح،

عندها سيكون التبريد بالطبع أسرع.. وهنا لا يكون التفاعل كاملا أبدا.. في هذه الحالة نجد أنفسنا أمام أمرين:

أولهما: أن الصهارة كانت قد بدأت بعض مراحل برودتها، فتكونت بلورات المعادن المبكرة، كما في رأس السلسلتين.

ثانيهما: أن الصهارة بعد ذلك بردت فجأة، فقفز التسلسل التدريجي والمستمر من مراحله المبكرة إلى مراحله المتأخرة. وكذلك فعلت التحولات في السلسلة غير المستمرة.

الخلاصة: ظهور الأعضاء المبكرة لسلسلتي التفاعل كآثار متبقية في الصخر النهائي المتكون. تكون تلك الآثار على شكل بقايا داخل البلورات أو نطاقات من المتأخر، حول متبقيات من المبكر في التبلور وتلك ظاهرة التمنطق..

تلك إحدى العوامل التي تؤثر في الترتيب العادي لتكوين المعادن. كما أن هناك عوامل أخرى كثيرة..

أما في حالة التمثيل، أو ما يمكن أن نسميه تجاوزا بالهضم، فهي حالة قد تتأثر قيها مراحل تطور الصهارة بالتفاعل مع صخور حائط المستودع الذي تتواجد منه الماجما أو الصهارة ذاتها، تكون تلك الحالة عندما ترتفع درجات حرارة الصهارة بأكثر مما يسمح ببداية تبلور المعادن، عندها تنصهر حوائط المستودع ذاتها وتهضمها الماجما، فتصبح بذلك مضافة لما بها من مادة أصلية.

والمشاهد أن نوع التمثيل الذي يحدث يعتمد على المعادن المكونة لصخور الحائط، وعلى نوع المعادن التي تتبلور من الصهارة المجاورة.. ولكن الخلاصة أن الصهارة تصبح مشوبة أو مختلطة، وكذلك تكون الصخور الناتجة عنا تسمى صخورا هجينية (الهجين: هو ما يختلف نسب الأم والأب فيه). مثال على ذلك صخور الديوريت التي قد تنشأ بتفاعل صهارة جرانيتية مع حائط من جابرو أو حجر جيري.

أما النوع الثالث من أنواع تطور الصهارة فهو بالخلط لصهارات مختلفة. وتتضح الأمثلة على ذلك من المقذوفات الصهارية من مستودع الماجما باتجاه سطح الأرض، فمنها ما تبلغ السطح، وتشكل بركانا، ومنها ما تنزلق بين الطبقات متداخلة على أعماق قليلة من سطح الأرض، معطية ما اتفق على

تسميته بالصخور الهجينية متعددة النسب. في صخور بهذا الشكل والمصدر يلحظ الباحث بلورات لنفس النوع ولكن بتركيبات واسعة الاختلاف، حتى لتبدو غير متوازنة مع أساس الماجما ذاتها. ويوجد لذلك أمثلة كثيرة في مصر وفي العالم، حيث تبدو البلورات متمنطقة تمنطقا عاديا أو عكسيا. وانتشار مثل تلك إلى الحالات في حمم البراكين بشكل منتظم يرجع وجودها نتيجة لخلط الصهارات المختلفة قبل قذفها إلى سطح الأرض، وقد يكون بعض تلك الحالات ناتجا عن تزامن اندفاع صهارتين اثنتين مختلفتين في آن واحد.

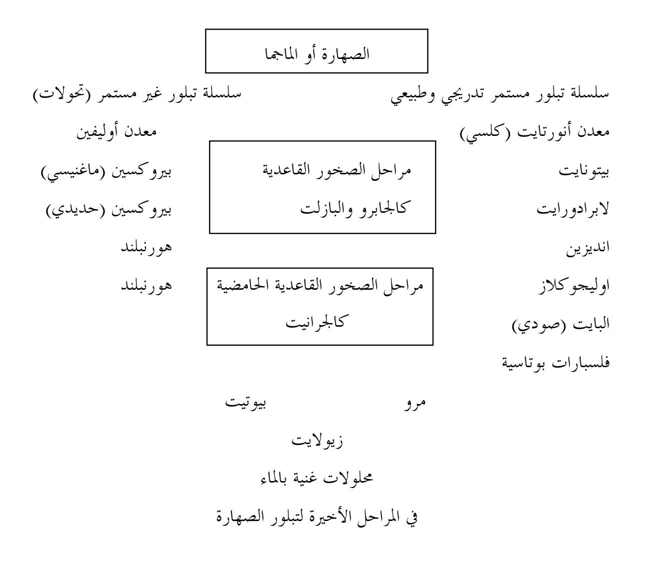
كان ذلك حديثا عن تطور الصهارة وبدايات التبلور فيها، تبل أن. : تنقذف إلى السطح في بركان، أو تنساب بين طبقتين من طباق الأرض متداخلة فيها.

ولكنها إذ تفعل، فإنما هي تبتدئ مراحل تصلبها.. . وهذا حديث آخر.. فعادة ما تكون المعادن التي تتكون أولا من الصهارة أو الماجما في مستودعاتها معادن لا مائية، بمعنى أنها لا تحتوي في صلب تكويناتها على بعض جزيئات الماء تلك المعادن الأولى في مراحل التكوين تكون لا مائية، لأنها تنشأ عند درجات حرارة عالية،-تلك هي الحرارة الأولى قبل مراحل البرودة-في مصهور يحتوي على كميات ضئيلة من المكونات المتطايرة. وأنى لتلك المكونات المتطايرة أن تتواجد عند درجات حرارة عالية. إنها إما مواد سهلة الانصهار، أو مواد هاربة بالطبيعة، تلك المعادن اللامائية الأولية التكوين تسمى معادن نارية الأصل، وهي إذ تتكون أو تتبلور تترك بعدها سائلا، لابد وأن يكون أغنى في نسبة مكوناته المتطايرة مما كان عليه السائل الأصلي للصهارة. والحرارة.. تكون هي أيضا قد انخفضت درجاتها عما كانت عليه.. وبالتالي تكون الظروف مهيأة، لتتكون معادن مائية أو معادن غنية بالمواد المتطايرة..

يحدث ذلك، بخروج المعادن النارية أو اللامائية من المصهور وبانخفاض في درجات الحرارة، وبتركيز في المواد الطيارة.

ومما يذكر في هذا المجال أنه لا يمكن وضع حد فاصل بين مراحل تصلب الصهارة المتتابعة. ولقد عملت محاولات لوضع مسميات لتلك المراحل، ولكن الاتفاق على أي منها أو على استخداماتها مازال ضئيلا. وعموما فالمرحلة الأولى التي تتكون فيها المعادن النارية الأصل واللامائية كما قلنا

من قبل تدعى مرحلة الصهارة الصحيحة، وتنخفض بعدها الحرارة إلى ما يوازي 800-600 م وهي مرحلة الأطوار السائلة والمتبلورة والغازية أو المائية جنبا إلى جنب. ثم تستمر الحرارة في انخفاضاتها إلى نحو 600-400 م فيحدث توازن بين البلورات والغاز. وأخيرا تأتي مرحلة تسمى المرحلة الحرمائية، تلك التي يحدث فيها توازن بين البلورات والمحاليل المائية، والغاز المائي المتبقي عند درجات حرارة من 400 إلى 100 م في هذه المرحلة الختامية، من مراحل تطور الصهارة قد تحدث المحاليل الحرمائية المتبقية والغنية بالمواد المتطايرة تغيرات واسعة فيما سبق تكوينه من معادن وبلورات، حيث أنها تتعرق أو تتكون فيها عروق قد تستبدل بها معادن جديدة تماما.. تلك التغيرات تسمى تغيرات ما بعد المراحل الصهارية، فتعطى ما يسمى زيولايت (كما يبدو في تسلسل تطور الصهارة).



العناصر العظمى في تكوين المعادن المتعددة والمختلفة لا تخرج في عددها عن ثمانية عناصر تكون 99٪ من مكونات الماجما أو الصهير أو السائل الصخري الشريدي القوام (كالزبد لزوجة)، والموجود أسفل القشرة الأرضية سواء في، منطقة وشاح الأرض Mantle أو لب الأرض Gore-، وهو

صهير معقد التركيب، عالي الكثافة، ثقيل الوزن ومع ذلك تتحرك فيه العناصر المختلفة بحرية تامة تحكمها ظروف خاصة، ثم باتحاد تلك العناصر مع بعضها البعض، تتكون المعادن. والعناصر الثمانية الرئيسية هي الأكسجين والسيليكون والألمنيوم والحديد والماغنسيوم والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم. أما بقية العناصر(وهي في مجموعها تتعدى المائة بقليل) فتتمثل في نسبة ١٪ فقط من كل مكونات الماجما.

مما لا شك فيه أن تلك العناصر جميعا، وتحت ظروف الضغط والحرارة العاليتين، تتفاعل مع بعضها وتتحد مع بعضها، وتتداخل في بعضها، مكونة مركبات كثيرة ومعقدة ذات درجات أنصهارية متعددة-مختلفة، بعضها عال وبعضها متوسط والبعض الثالث ذو درجة انصهار منخفضة. كما أن بعض تلك المركبات يبقى على حالته السائلة في درجات حرارة منخفضة أو عادية، والبعض الآخر عبارة عن مركبات غازية أو طيارة.

معنى ذلك أن اتحاد وتفاعل العناصر في الماجما وتحت ظروفها يعطينا مركبات غير طيارة وأخرى طيارة. فأما المركبات غير الطيارة، فهي ذات درجة انصهار عالية تزيد على ألف درجة مئوية.

وهي متعددة ومختلفة الأنواع ولكن سبعة أكاسيد منا تكون 99٪ من مجموع المركبات المتكونة.

وهي حامضية مثل ثاني أكسيد السيليكون بنسبة 35- 75 ٪ من مجموع المركبات غير الطيارة.

وهي قاعدية مثل أكسيد الألمنيوم (حتى25٪) أكسيد الحديد (حتى 20٪) أكسيد الماغنسيوم. و(حتى 45٪) أكسيد الكالسيوم (حتى 20٪) أكسيد الصوديوم (حتى ١٦ ٪) ثم أكسيد البوتاسيوم (حتى ١٢ ٪ من مجموع المركبات غير الطيارة) وغني عن البيان القول هنا بأن كل تلك الأكاسيد لا تكون متواجدة ومجتمعة في كل ماجما وإنما كل بحسب ظروفه.

وأما المركبات الطيارة فهي مثل الفلور والكلور والبورون والكبريت وبخار الماء وثاني أكسيد الكربون، ولا تزيد نسبتها عن ١٪ من كل مكونات الماجما..

وعندما يبرد الصهير تدريجيا يتحد واحد أو اكثر من الأكاسيد القاعدية مع الأكسيد الحمضي الوحيد وهو أكسيد السيليكون، تحت ظروف مناسبة من الحرارة والضغط لتكون معادن السليكات..

معادن السليكات ! ! ما هي ؟

إنها اتحاد عنصر السيليكون (الرمل) في شكل أكسيد مع العناصر الأخرى أيضا (في شكل أكاسيد)..

إن أكسيد السليكون ذاك هو رباط من أربطة الكون.. لو انفك لانفك كل رباط يربط معدنا أو صخرا.. وما كانت هناك معادن، ولا كانت جبال وصخور.

على أية حال يمكننا الآن أن نرجع نشأة المعدن وتكوينه في الطبيعة إلى أصول ثلاثة هي:

1- الصهير.

2- المحاليل السطحية.

3- ما ينتج عن عمليات التحول.

المصدر الأول أهمها وأكبرها لاشك..

إن المعدن لابد أن يكون عنصرا أو مركبا كيميائيا يمكن التعبير عنه بقانون كيميائي.. فمثلا معدن الكوارتز يتركب من الأكسجين والسيليكون (س أ 2) ومعدن الهيماتيت من الحديد والأكسجين (ح 2 أ 3) وغير ذلك.. وتلك نسب ثابتة لا تتغير مهما تغير المكان أو الزمان.. ولكن قد تحدث حالات تحل فيها ذرة من عنصر محل ذرة من عنصر آخر في تركيب المعدن دون تغيير في بقية الظروف ولكنها في النهاية يمكن التعبير عنها بقانون كيميائي..

أن المعدن لابد أن تكون ذراته أو أيوناته مرتبة ترتيبا منتظما.. والخلاصة أن المعدن هو كل مادة صلبة متجانسة تكونت بفعل عوامل طبيعية غير عضوية ولها تركيب كيميائي محدد ونظام بلوري ثابت ومميز.

* ما عرف من العناصر في الكون حتى اليوم لا يتجاوز المائة بكثير..

* و باتحاد العناصر تتكون المعادن، ومن ثم تتعدد حتى تصل إلى قرابة 2400 معدن، أمكن للإنسان التعرف عليها وتمييزها عن بعضها بدراسة خواصها البلورية والفيزيائية ثم تركيبها وخواصها الكيميائية. معظم تلك المعادن يدخل في بناء الصخور والبعض الآخر يوجد متجمعا على شكل ترسبات معدنية قد تستغل اقتصاديا..

بدراسة تلك المعادن يمكن التعرف على الصخور ومعرفة نوعياتها.. بل

والأهم من ذلك معرفة ظروف تكوين الخامات والرواسب المعدنية.

ظروف تكون الرواسب المعدنية:

إن كلمة خام في الجيولوجيا تستخدم في التعبير عن أي مادة تستخرج من المناجم..

وكلمة ركاز معدني تعني المادة المتجمعة أو المتمركزة بنسبة كبيرة بحيث يمكن استخلاص فلز أو أكثر منها بصورة اقتصادية مربحة، وقد يحتوي الخام بالإضافة إلى الركاز المعدني العام على بعض المعادن الأخرى الإضافية الحاملة لهذا الركاز.

والرواسب المعدنية الاقتصادية يمكن تقسيمها إلى معادن فلزية Metallic مثل الحديد والرصاص والزنك النحاس والذهب والفضة والبلاتين والقصدير والتنجستن.. الخ، أو تكون معادن لا فلزية Non-Metallic ذات قيمة اقتصادية مثل الجبس والكبريت والكاولين والفوسفات والباريت والفلورسبار والاسبستس.. الخ أو قد تكون مواد تستخدم في الوقود مثل الفحم والبترول.

إن البحث عن تلك المعادن والخامات يتطلب معرفة الكثير عن كيفية تكوين تلك المعادن والظروف الملائمة لوجودها، مثل درجات الحرارة والضغط السائدة وقت التكوين وبعض العمليات الكيميائية في وسط التكوين مثل التأكسد والاختزال ودرجة الحموضة والقاعدية ونشاط الكائنات الحية أو النشاط الإشعاعي وغيرها من الظروف التي تتحكم في تكوين هذه الخامات.

ويهمنا هنا تكوين الخامات المعدنية من الصهارة (الماجما).

فالماجما أو الصهارة هي ذلك السائل الذي يوجد أسفل القشرة الأرضية في درجة حرارة عالية وضغط كبير. و يعتبر هذا السائل المادة الأولية أو الأم في تكوين جميع الأنواع المختلفة من الصخور، فبرودة وتصلب ذاك السائل ينتج عنها تلك الصخور المعروفة بالصخور النارية، ومن أمثلتها صخور الجرانيت والديورايت والبازلت والجابرو، و بتفتيت تلك الصخور النارية بواسطة الأمطار أو الرياح أو العمليات الكيميائية المختلفة مثل التأكسد بالأكسجين الموجود في الجو أو التكوين بواسطة ثاني أكسيد الكربون الموجود بالجو، فان هذه الصخور قد تنتقل من أماكنها الأصلية

على هيئة فتات يترسب على هيئة صخور رسوبية مثل الحجر الرملي والصلصال وما إليها، وقد تتعرض الصخور النارية والرسوبية لبعض العوامل المختلفة مثل ارتفاع درجات الحرارة أو الضغط أو المحاليل الكيميائية، فتتحول هذه الصخور إلى نوع ثالث يسمى بالصخور المتحولة مثل الرخام والإردواز والشست.

الصهارة إذن هي أصل الصخور التي نراها سواء كانت نارية أو رسوبية أو متحولة. وهي في الوقت نفسه أصل المعادن. والخامات التي يستغلها الإنسان وهذه الماجما عبارة عن خليط من العناصر المختلفة، وثمانية من هذه العناصر توجد بنسبة 99٪ من مجموع العناصر الموجودة في الصهارة وهي: الأكسجين، السيليكون، الألمنيوم، الحديد، الماغنسيوم، الكالسيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، و بقية العناصر تمثل ١٪ من مكونات الصهارة.

ومن الصهارة يمكن أن تتركز كميات وفيرة من العناصر الاقتصادية التي توجد بها بإحدى الطرق الآتية.

١ - الانفصال المباشر من الصهارة:

عند تصلب الصهارة مكونة الصخور النارية فان بعض المعادن تتكون في تلك المرحلة المبكرة من التبلور. وعادة فان المعادن الثقيلة هي التي تنفصل أولا وتتركز بكميات كبيرة في قاع الصخر المتصلب بتأثير الجاذبية، ومن هذه المعادن المبكرة التكوين معادن الكرومايت والألمينايت والماجنيتايت والماس. وقد توجد هذه المعادن في سقوف وفجوات الصخور المحيطة نتيجة لدفعها وشفطها بواسطة الحركات الأرضية المختلفة.

2- المحاليل المائية الساخنة Hydrothermal Solutions:

بعد أن يتصلب الجزء الأكبر من الصهارة بالطريقة السابقة مكونا الأنواع المختلفة من الصخور النارية وما يصاحبها من معادن اقتصادية فان الجزء المتبقي يظل في حالة سيولة لاحتوائه على بخار الماء وبعض المواد الطيارة volatiles وفي هذا الجزء السائل المتبقي تتجمع المواد والعناصر التي لم تدخل في التركيب الكيميائي للمعادن والصخور التي تبلورت من الصهارة في مراحلها الأولى، ونظرا لارتفاع درجة الحرارة في هذه السوائل فقد

سميت بالمحاليل المائية الساخنة. وهذه الحرارة المرتفعة والضغط الكبير بالإضافة إلى بخار الماء والمواد الطيارة الموجودة مثل غاز الكلور والفلور وثاني أكسيد الكربون.. الخ، تساعد على حمل كميات كبيرة من المواد المذابة الفلزية واللافلزية. وأثناء صعود هذه المحاليل الساخنة إلى أعلى خلال الفجوات والشقوق والكسور في الصخور التي تمر بها فإنها تصل إلى مناطق لا تستطيع فيها حمل المواد المذابة بها نتيجة لانخفاض درجة حرارتها وضغطها، لذلك فان المواد المحمولة تترسب مكونة رواسب اقتصادية هامة، تسمى بالمعادن المائية الحرارية أو الرواسب المائية الحرارية.

وقد قسمت هذه النوعية إلى أقسام ثلاثة حسب درجة حرارة المحلول الذي ترسبت منه والعمق الذي تكونت فيه، فهناك:

أ-رواسب عالية الحرارة Hydrothermal Deposits (300-500م) وضغط كبير وأعماق بعيدة من سطح الأرض وتعطى معادن مثل الولفرامايت (خام التنجستن) والموليبدنايت (خام المولبدنيوم) والكاسترايت (خام الولفرامايت القصدير) والتوباز والجارنت.

ب-رواسب متوسطة الحرارة Mesothermal Deposits (200-300 م) وضغط متوسط وأعماق متوسطة وتعطى معادن الكلكوبايزايت (خام النحاس) والسفاليرايت (خام الزنك) والجالينا (خام الرصاص).

ج-رواسب منخفضة الحرارة Epithermal Deposits وتشمل الرواسب التي تكونت من محاليل ذات درجة حرارة عالية (100-200 م) ولكن تحت ضغط منخفض وعمق ضئيل أي قريبة من سطح الأرض ومن أمثلتها معدن السنبار (خام الزئبق) والستبنيت (خام الانتيمون).

4- الرواسب الإحلالية Replacement Deposits:

قد يحدث للصهارة أو المحاليل المائية الحرارية عند تحركها إلى أعلى أن تتجاور مع صخور مناسبة مثل الحجر الجيري، ففي هذه الحالة تتفاعل المحاليل التي تحتوي على فلزات معينة مع هذه الصخور المجاورة والملامسة وتذيبها وترسب هذه الفلزات بكميات اقتصادية.

وتسمى هذه الرواسب بالرواسب الإحلالية مثل الرصاص والزنك والمنجنيز.

4- الرواسب والغازات والينابيع Spring and gases Deposits

في المراحل الأخيرة لتطور الصهارة والمحاليل المائية الساخنة، و بعد أن يكون الجزء الأكبر من الصخور والخامات الاقتصادية قد ترسب بكميات كبيرة، فان الجزء المتبقي يكون عبارة عن الغازات والمواد الطيارة وبعض الفلزات واللافلزات الذائبة وأخيرا الماء.. ويحدث أن تتفاعل هذه الغازات مع بعضها أو مع الصخور المحيطة بها في الخارج مكونة بعض المعادن بالترسيب الإحلالي مثل معادن التورمالين، والتوباز، والفلورايت، والكاستريت. أما إذا خرجت هذه المعادن محمولة بالغازات إلى سطح الأرض عن طريق انفجار البراكين، فان المكونات المعدنية تهرب لانخفاض الضغط ولا تلبث أن تتجمد بسرعة لتترسب حول فوهة البركان، مثل الكبريت وملح الأمونيا والملح الصخري (الهالايت) وحمض البوريك.

وأخيرا فقد تصل المحاليل المتبقية إلى سطح الأرض في هيئة ينابيع حارة أو فاترة وعند امتزاجها بالمياه السطحية تترسب المكونات المعدنية مثل كبريتيدات الزرنيخ والرصاص والنحاس والزئبق مع بعض الذهب والفضة.

تكوين الخامات المعدنية من عمليات تحول الصخور..

بعد تكون الصخور المختلفة بأنواعها سواء كانت نارية أو سواها.. قد يحدث أن تتعرض هذه الصخور للعوامل الجيولوجية الخاصة مثل الحرارة والضغط والتأثير الكيميائي للمحاليل، لذلك فان المعادن الأصلية الموجودة قد تتغير تغيرا كاملا بفعل هذه العوامل، وتعرف هذه التغيرات باسم التحول Metamorphism وقد يكون هذا التحول في منطقة محدودة وعندئذ يسمى بالتحول التماسي Contact Met.

وقد يكون في نطاق إقليمي فيسمى Regional Met وفي الأول تسود الحرارة فقط بينما في الثاني تنشط معا عوامل الضغط والحرارة.. وهو ما يحدث نتيجة للحركات الأرضية البانية للجبال فقط.

وسواء كان التحول تماسيا أو إقليميا، فان ذلك يؤدي إلى ظهور معادن جديدة تنشأ عنها رواسب اقتصادية بكميات كبيرة، من أمثلتها الجرافيت (تبلور الكربون في الصخور الكربونية) والرخام (بفعل الحرارة على الحجر الجيري) والإردواز (فعل الحرارة على الطين) وكذلك معادن الجارنت.

بعد ذلك.. في مسار تكوين المعادن والخامات نجد:

تكوين الخامات من المياه السطحية والجوفية..

تكوين الخامات المعدنية من الرواسب المتبقية..

تكوين الخامات المعدنية من العمليات الكيميائية والعضوية..

تكوين الخامات المعدنية من الرواسب المتجمعة تبعا لوزنها النوعي..

وهي جميعا ترتبط بالصهارة أو المادة الأم في تكوين الصخور بسبب أو بآخر، ولكنه غير مباشر..

5 اكتشاف المعادن

إن علم الجيولوجيا، أو علم طبقات الأرض، يحدثنا عن كوكب الأرض تاريخيا، يوضح التغيرات التي طرأت عليها وتركيبها، والاستنتاجات العلمية المتوقعة لباطنها وما يحويه، وهو يخبرنا كذلك عن الجبال كيف تكونت، وعن الأنهار كيف جرت، وعن البحار كيف تجمعت، وعن القارات كيف كانت ثم أصبحت. ثم كيف تنشق الأرض أحيانا لتخرج الحمم من فوهات البراكين، أو كيف تخسف في مكان منها، لتشكل أخدودا قد يغمر بالماء فيكون بحرا.

وعلم الأرض-الجيولوجيا-بحر واسع تمتد إليه روافد أو علوم أخرى منها علم المعادن، وهذا يتناول المعدن بالدراسة والبحث. وأصبحت له بتقدم التكنولوجيا وسائل متطورة منا المجاهر بأنواعها وأجهزة الأشعة السينية والحرارية وما إليها. هذا ما صار اليوم، أما بالأمس البعيد فلقد كان «ثيوفراستاس» تلميذ «أرسطا طاليس» في الحضارة اليونانية (371- 682 قبل الميلاد) هو أول من درس المعادن، ورتب ما كان معروفا منها آنذاك، بل وله محاولة في تبويبها وترتيبها. ولذلك فهو يعتبر عند الكثيرين مؤسسا، ليس فقط لعلم المعادن هذا، ولكن كذلك لعلم التربة والنباتات. ثم جاء بعد ذلك،

المكتشف الروماني «الدر» الذي مات إبان ثورة بركان فيزوف وقدم معلومات لا بأس بها عن المعادن، ولقد بقيت مسمياته لبعضها حتى اليوم، وقبل هؤلاء وهؤلاء كان الإنسان القديم والمعدنون الأقدمون عند الفراعنة وغيرهم يعرفون المعادن و ينقبون عنها كالذهب والنحاس والبرونز والحديد، وكذلك يميزون الأحجار والصخور و ينتقون منها أصلحها لأغراضهم. ولكنها ربما كانت معرفة تكنولوجية بحتة، بمعنى تناول تلك المعادن والبحث عنها لتصنيعها، دون فحصها ودراستها وتبويبها. ودالت دولة الحضارات القديمة بما كان فيها من علم تقني..

ثم غربت شمس الحضارة اليونانية.

وأشرقت شمس الحضارة الإسلامية.

وكان العرب أمناء وجادين في تناول العلوم اليونانية، فأضافوا لها كما رأينا من قبل في كل المجالات، منها مجال علم المعادن كذلك، فقام العلماء العرب بمحاولات لدراسة المعادن مثل ابن سيرابيون وابن سينا (985- 37 10 م) الذي رتب المواد إلى:

1- أحجار وأرضيات 2- مركبات قابلة للاشتعال وكبريتية 3- أملاح 4- معادن.

وكذلك فعل البيروني، والتيفاشي (الذي أخذناه كنموذج للدارسين العرب للمعادن في باب سابق)، وغيرهم كثير..

ثم يطير طائر الحضارة ليهبط في أوروبا هذه المرة، فكان عصر الإصلاح والنهضة العلمية، من منتصف القرن الرابع عشر الميلادي، وكانت أول محاولة جادة لتطوير علم المعادن في المجر وبوهيميا وألمانيا. وكان «أجريكو» 1490-1555 م هو بحق واضع الأسس العميقة والواعية لعلمي المعادن والجيوكيمياء الحديثة.

تعريفات:

والمعدن، مركب طبيعي يوجد في الأرض متكونا من عناصر كيمائية، وهو مركب يتكون دون تدخل من إنسان، انه نوع من البناء الشامخ، من كميات مختلفة، من لبنات معينة، وهو ليس تكديسا بلا نظام، ولكنه تركيب وبناء هندسي، صنع بقوانين خاصة تسير عليها الطبيعة. والمعدن الواحد

يمكن أن تقابله في الطبيعة في أشكال جد مختلفة ومتعددة، إلا أنه يبقى دوما مركبا من نفس العناصر الكيمائية الأساسية.

والعناصر الكيمائية الأساسية في تكوين كل الطبيعة من حولنا محدودة عدا، بل أن ما يعرف منها اليوم لا يجاوز المائة بكثير، تلك العناصر الكيمائية تتضمن غازات وفلزات ولا فلزات.. والاتحادات المختلفة لهذه العناصر بنسب مختلفة تعطي في النهاية ما نسميه بالمعادن، وان تكن هناك معادن طبيعية فهي ذاتها العناصر دون اتحادات. والمعادن كثيرة، حتى ليزيد عددها اليوم على الألفين من المعادن المختلفة، قد تكونت من تداخلات العناصر مع بعضها بكميات ونسب مختلفة. أي أن مائة أو نحوها من العناصر الأساسية تعطي بتداخلات وتصميمات إنشائية رائعة ما يزيد على الألفين من المعادن.. قدرة لا يمارسها إلا خالق قادر. وعلينا لكي نتصور تلك القدرة أن نأخذ عنصرا واحدا من تلك العناصر لنتتبع مدى تداخلاته في تلك البنايات التي تشكل بالتالي أحجار الزوايا في بناء الكون برمته. خذ مثلا عنصري السيليكون والأوكسجين، إنهما عنصرا الأساس-إن جازت التسمية-فلو انحل رباط أحدهما بغيره من العناصر ما كانت هناك معادن.. وإذا ما فقدت المعادن فلن يكون هناك كون ولا حياة.

وبتجمع تلك المعادن مع بعضها تتكون الصخور. والعلم الذي يدرس المعادن يسمى علم المعادن Mineralogy والعلم الذي يصف تلك الارتباطات المعدنية واتجاهاتها هو علم الجيوكيمياء Geochemistry الذي يتناول الوحدات الإنشائية الأساسية لتلك المعادن والصخور، وسلوكها العام في الطبيعة، وهو علم من شأنه كذلك أن يتتبع ويتحقق من مصير وسلوك العناصر الكيمائية في الأرض. تلك العناصر التي تشكل أسس الطبيعة من حولنا. ولقد كان «اجريكولا» كما قلنا هو المؤسس، ثم جاء بعده الروسي «لومونوسوف» (1711- 1765 م) كأول من قال بهجرة المعادن من مكان إلى مكان، أو ما يسمى الدورة الجيوكيمائية للعناصر والمعادن، ثم كان السويدي «جون جاكوب بيرزيليوس» (1779- 1848) أول من حلل المعادن كيمائيا وصنفها. وتوجت تلك الجهود بما ابتدعه العلامة «ديمتري ايفانوفتش منديليف» سنة 1869 من ترتيب العناصر والمعادن بنظام خاص في شكل جدول دوري، أتاح الفرصة للتنبؤ ببعض معادن وعناصر لم تكن معروفة، فكان ذلك الجدول

ومن ذاك الوقت الأساس للتعريف بوحدة تركيب الكون والحياة. وتتابعت منذ ذلك الحين نشرات الأبحاث المعدنية والجيوكيمائية.

تسمية المعادن:

وإذا ما عن لسائل أن يسأل عن كيفية تسمية كل تلك المعادن بالإضافة إلى العناصر الكيمائية الأساسية لوجد عجبا. فليس من السهل أن يتذكر أحد مهما كان مئات وآلاف الأسماء المختلفة للعناصر والمعادن، بله فهم مدلولاتها. ولكن لو أدرك عن وعي المعنى وراء التسمية فلربما سهل عليه الإدراك. ومع ذلك، فما اكثر أن يكون الاسم على غير مسمى. وهكذا فعل الكيميائيون وعلماء المعادن الأول عندما كانوا يكتشفون جديدا ويبحثون له عن اسم. فنجد منهم من سمى الأشياء الجديدة وفق هواه، ودون قاعدة عامة، وترك لنا أن نحفظ تلك الأسماء كما هي عن ظهر قلب. كما أن هناك بعض العناصر قد سميت أصلا طبقا لمدلولات في اللغة اللاتينية، وهناك ما سمي بأسماء الأماكن التي اكتشفت بها، فمثلا عنصر الأوربيوم نسبة لأوربا، والعنصر سكانديوم نسبة إلى سكنديناقيا، والعنصر هافينوم نسبة إلى الاسم القديم المجهول لعاصمة الدنمرك القديمة، وعنصر لويتسام نسبة لاسم قديم لمدينة باريس. وعنصر الجاليوم نسبة لاسم فرنسا القديم جاليا، وهناك العديد من مسميات المعادن والعناصر وضعت على أساس من خواصها الطبيعية والكيمائية، وهذا أدعى للتذكر، وأقرب للمنطق مثل عنصر الفوسفور الذي نسبت تسميته إلى معنى كلمة الضوء باللغة اللاتينية، فسمي الضوء البارد. وهناك عناصر ومعادن سميت على أساس الخطوط اللونية التي يظهرها التحليل الطيفي، ومن ثم أعطيت أسماء طبقا للون خطها الطيفي، فمثلا عنصر الانديوم نسبة إلى خطه الطيفي ذي اللون الأزرق النيلي، وهناك عناصر سميت بأسماء النجوم والكواكب مثل اليورانيوم نسبة إلى أورانس، والهليوم نسبة للشمس، حيث اكتشف لأول مرة، وهناك عناصر سميت بأسماء الآلهة عند الإغريق، مثل الفانديوم نسبة إلى فينوس ربة الجمال الإغريقية. ومعادن نسبت إلى مشاهير العلماء كمعدن«جادولينايت» نسبة إلى العالم الروسي الشهير في «جادولين». وعنصر كوريوم نسبة إلى العالمين كوري، وعنصر مندليفايت وفيرناد سكايت، نسبة

للعالمين منديليف وفيرنادسكي.. الخ.. كذلك هناك معادن سميت نسبة إلى العناصر الكيمائية التي تكون غالبة فيها، مثل الفوسفورايت والكالسايت والموليبدنايت نسبة لوفرة عناصر الفوسفور والكالسيوم والمرليبدنم فيها، كذلك هناك مسميات لعناصر كيمائية ومعادن تذهب جذورها إلى اللغات العربية والهندية، مثل وهج النار والانتيمون والتوتيا والقصدير والزئبق.. الخ. ولقد يصعب على مكتشف المعدن تمييزه عن غيره، وينبهم عليه تعريفه فيسميه اسما له ذات المعنى «الغامض» مثل معدن الأباتايت (أي الغامض).

هكذا، كانت المعادن والعناصر تسمى دون أساس يتحكم في التسمية. فهل يأتي يوم تعاد فيه التسمية على أساس موحد لجميع العناصر والمعادن ؟! ولكن هيهات.. ولسهولة التعامل العلمي مع العناصر تعطى الحروف الأولى من أسمائها كرموز لها. فنجد مثلا الحديد يرمز له بالحرف (ح) والنحاس (نح) والفوسفور (فو) وهكذا..

نبذات تاريخية عن اكتشافات بعض المعادن:

هذه نبذات تاريخية عن اكتشافات بعض المعادن، تبين ما للصدفة المحضة من دور، وما للعلم المقنن من دور..

الذهب:

سبق قدماء المصريين إلى استغلال الذهب في أصح الأقوال فلقد ارتادوا الصحراء الشرقية لمصر، وصحراء سيناء بحثا عن الذهب ! بعد أن اكتشفوه بالصدفة وجعلوا له مكانة عالية في حياتهم، ولقد كانت المنطقة الممتدة من الصحراء الشرقية المصرية، جنوب طريق قنا-القصير وحتى حدود السودان، من أغنى المناطق بالذهب في التراب المصري، وامتد بحث الفراعنة عن الذهب إلى السودان حتى دنقلة. واهتم بالذهب فراعنة مصر، وشجعوا معدنيهم على البحث عنه، حتى كانت أول خريطة تعدينية للذهب في العالم في عهد الملك سيتي الأول من الأسرة الثامنة عشرة.. وكان اكبر قدر من الذهب عرف في آثارهم وآثار العالم في مقبرة توت عنخ آمون..

وكان المصريون القدماء مهرة في أعمال التنقيب عن الذهب. ولقد اتضح أن معظم الرواسب التي اكتشفت حديثا، ويمكن استغلالها، لم يغفل

عنها القدماء، بل نقبوا عنها واستخلصوا منها المعدن الثمين، ويكاد يكون ثابتا أن مناجم الذهب المصرية هي مصدر معظم الذهب المستخدم في مصر قديما، وخصوصا إبان العصور الأولى إلا أن بعض الباحثين والأثريين يذهبون إلى أن الذهب الآسيوي قد استخدم في الأسرة الأولى، لاحتوائه على كميات مختلفة من الفضة، تبالغ السدس تقريبا، ولا يبلغ هذا الرأي حد اليقين، لأن الذهب المصري يحتوي دائما على نسبة كبيرة من الفضة، ولقد وصف «أجاثاركيس» وهو كاتب إغريقي عاش في القرن الثاني قبل الميلاد، الطريقة التي استعملت في مصر قديما لاستخراج الذهب من عروق الكوارتز. زار هذا الكاتب مناجم الذهب المصرية، ووصفها وصفا دقيقا، حفظه لنا التاريخ، كان الصخر يشقق ويكسر بواسطة النار، ثم يحطم بالمطارق والمعاول. وتنقل بعد ذلك قطع الصخر الناتجة إلى خارج المنجم، حيث كانت تجرش في أهوان من الصخر، حتى تتكسر إلى قطع صغيرة بحجم الحمصة، ثم تسحق إلى مسحوق ناعم، بواسطة طواحين يدوية. وبعد ذلك يغسل هذا المسحوق بالماء الجاري على سطح منحدر، لفصل الفلز الذي يصهر فيما بعد، لعمل الكتل الصغيرة. ولا تزال تشاهد حتى الآن في المناجم القديمة كثير من الطواحين الصخرية القديمة، وكذلك بقايا السطوح المنحدرة، التي استخدمت في استخلاص الذهب من الخام المسحوق. كما يصف نفس الكاتب الطريقة التي كانت متبعة في مصر لتنقية الذهب، وتتضمن تسخينه مع الرصاص والملح والقصدير ونخالة الشعير، ولم تكن تتخذ أي احتياطات لاستخلاص الفضة.

ويطول الحديث عن تاريخ اكتشاف الذهب، إلا أن المؤكد أنه معدن اكتشف بطريق الصدفة، ثم أجيد استغلاله وأحسن تصنيعه.

النحاس والبرونز:

في الماضي البعيد كان التنظيم الزراعي هو العامل الاقتصادي الحاسم في نشأة المدن، و يعتبر اكتشاف واستخدام المعادن (ولا سيما النحاس وسبيكته البرونز) التقدم التكتيكي الأساسي الذي صاحب نشأة المدن. وليس من السليم المغالاة في دور المعادن عند بدء اكتشافها، فالحقيقة أنها كانت نادرة وتعتبر أدوات كمالية فحسب، بينما استمرت الزراعة زمنا طويلا

معتمدة على الآلات الحجرية، غير أن هذا الموقف تغير بعد ذلك. ولسنا نعرف على وجه الدقة متى بدأ الاهتمام الأول بالمعادن، وان كان بعض المؤرخين يرجح أنها ارتبطت باهتمام الإنسان الأول بالحلي الغريبة الألوان والأشكال للزينة، ثم تطور الأمر بعد ذلك فاستخدمت المعادن في أدوات الحضارة.

لقد كان الذهب من أوائل هذه المعادن النافعة للزينة وللتمائم كما بينا ثم كان اكتشاف النحاس-مصادفة-الذي أمكن تكسيره إلى أجزاء صلبة، بالدرجة التي يمكن استخدامها في صناعة الأدوات، ثم اكتشف بعد ذلك أن هذه العملية تكون أسهل إذا سخن المعدن قبل طرقه. وهذه الصلة بين المعادن والنار هي التي أدت فيما بعد إلى اختزال خام كربونات النحاس وصهره وتشكيله. ولعل الظروف البيئية هي التي أوحت وعلمت.

ولكن هل عرف النحاس أولا-كمعدن طبيعي-أو مستخلصا من أحد مركباته ؟؟ الغالب أنه عرف كمعدن طبيعي، فالنحاس من المعادن التي تتواجد في الطبيعة-كما هي-بجانب كونها في مركبات. وقد استخدم المعدن كما وجد-نحاسا طبيعيا-وكانت كربونات النحاس من الأشياء الملونة التي جذبت أنظار الإنسان القديم، لما لها من لون أخضر جميل. ولما عرفت النار وسخن معدن النحاس الطبيعي صار أطوع في يد الصانع القديم، فلفت ذلك النظر إلى الصلة ما بين النار وتلك الأشياء التي يعثر عليها في الطبيعة.. وبالتجريب سخنت كربونات النحاس فاختزلت، بمعنى أنها تحولت إلى معدن، وبازدياد الحرارة انصهر المعدن فسهل تشكيله. وتحتاج عمليات الصهر تلك إلى درجات عالية من الحرارة لا تتوافر في النار العادية. ولا بد لذلك من توفير الفرن المزود بمجرى هوائي لإعطاء درجة حرارة مرتفعة نسبيا لازمة لصهر المعادن، فاستخدمت مواسير تتصل مباشرة بالنار ويدفع فيها الهواء بواسطة الفم، فيزيد النار اشتعالا (صورة في مقبرة بسقارة من الاسرة الخامسة الفرعونية في مصر القديمة). إذن فمن الجائز، أن اكتشاف النحاس كمعدن طبيعي كان في صحراء مصر الشرقية، حيث توجد خامات نحاس، ومن بينها معدن النحاس الطبيعي، بجوار كربونات النحاس الخضراء اللون، التي جذبت لا شك أنظار هؤلاء المعدنين القدامى..

ويرتبط بالذهب من حيث ظروف التواجد معدن آخر هو معدن القصدير،

والقصدير هذا من أوائل المعادن الفلزية، التي عرفها الإنسان والقصدير ممثلا في معدن الكاسيترايت Cassiterite يوجد متلازما مع بعض معادن النحاس، في كثير من مناطق الصحراء الشرقية التي جابها طولا وعرضا هؤلاء الفراعين الأقدمون، بحثا عن الذهب والنحاس. والاحتمال القائم أن معدن الكاسيترايت الذي جمع مع النحاس والذهب قد زج به في النار للتجربة، ثم هو مزج مع النحاس بعد انصهارهما، فكانت سبيكة البرونز أقوى وأطوع من النحاس، فالبرونز أصلب من النحاس، وأسهل في تشكيله إلى أدوات ومعدات، على حين أن الذهب أطرى من أن يستخدم كبديل، وصناعة سبيكة البرونز من النحاس والقصدير أقل تعقيدا من عمليات اختزال خامات الحديد، وبالتالي، سادت سبيكة البرونز، وكان العصر البرونزي واحدا من عصور الحضارات القديمة، فكان كشفهما صدفة، وان حور وطور فيهما التجريب وعلم الصنعة. ويرجح أن يكون ذلك الكشف قد حدث في مصر حيث عرف قدماء المصريين القصدير، كما عرفوا غيره من المعادن. فقد وجد بمصر قضيب من البرونز يحتوي على (ر 9٪ من القصدير، ويرجع تاريخه إلى 3700 سنة قبل الميلاد. كما عثر في مصر أيضا على خاتم وقارورة من القصدير الخالص، يرجع العهد بهما إلى الأسرة الثامنة عشرة. وهي من أوائل الأشياء المصنوعة من القصدير الخالص. وخامات القصدير توجد بصحارى مصر، كما توجد خامات النحاس، وقد بلغت أقدام المصريين القدامى مواقعها بحثا عن الذهب، وبما أن أقدم مصنوعات القصدير قد عثر عليها في مصر، وخاماته متوافرة في مصر، فمن باب أولى أن تكون صناعة البرونز قد تمت في مصر لأول مرة. ونورد ما ذكره «جونز ووليامز» في كتابهما (المعادن والرواسب المعدنية): «وصل الفينيقيون الذين كانوا يشتغلون بتجارة الفلزات حوالي عام 600 قبل الميلاد إلى مقاطعة كورندال بإنجلترا، ونقلوا القصدير منها على ظهر السفن، إلى بلدان شرق البحر الأبيض المتوسط لصناعة الأسلحة البرونزية». ولعل في هذا ما يسقط الدعوى القائلة بأن الفينيقيين هم الذين حملوا القصدير لمصر، عندما نعلم أن أولى الأشياء المصنوعة من القصدير الخالص كانت ضمن آثار الأسرة الثامنة عشرة والتي امتدت ما بين 1580-1358 سنة قبل الميلاد أي قبل وصول الفينيقيين إلى مناطق القصدير بإنجلترا بعدة قرون.

الحديد:

كانت متطلبات التجميل والزينة هي أيضا أول ما شد الإنسان القديم للحديد، فالمواد الأولية للتلوين حصلوا عليها من مادة المغرة الحمراء (وهي الهيماتايت-معدن من معادن الحديد) حيث كانت متوافرة في الصحراء بلونها الأحمر، وكانت خامات المنجنيز هي مصدر اللون الأسود، ولعل الحديد في خاماته قد عرف قبل النحاس عند الإنسان القديم، إلا أنه لم يستخدمه إلا بعد فترة طويلة من اكتشاف النحاس وسبائكه، لماذا ؟ لأن الحديد النقي طري لدرجة أنه لم يمكن استخدامه كأدوات للإنسان الأول، ثم أن معرفة كيفية ضبط كميات الكربون في الحديد لجعله أصلب عودا وأقوى مقاومة كانت غير متاحة ولا معروفة، ولذلك ولوجود أدوات اكثر صلابة من الحديد هذا فلم تكن ثمة حاجة إلى الحديد عند الإنسان الأول..

ولكن الحديد اليوم وبالأمس وغدا هو سيد المعادن، وسيظل كذلك ما بقي الإنسان على الأرض، فخاماته وفيرة وكثيرة حتى ليقال (عندما تمسك الطبيعة بفرشتها لترسم ظلالها وألوانها المختلفة ونقوش ثوبها المزركش الجميل الذي تبدو به فان أكسيد الحديد سيكون عنصرا أساسيا على لوحة الألوان بين يديها) وهو عنصر سيادة حتى أن المثل القديم يقول (إن الذهب للسيدات والفضة للعذارى، والنحاس للصانع الماهر، أما الحديد مجرد الحديد البارد فهو سيد كل المعادن عادة في الحياة العملية).

ويغلب على ظن العلماء أو أول تعرف للإنسان على معدن الحديد كان من الشهب، حتى كان يسمى بحجر السماء أو(بيا-آن-بت) في اللغة المصرية القديمة، وفي اللغة السومرية (آن-بار) ومعناها نار السماء.

الفوسفور:

يعتبر الفوسفور بصدق واحدا من أهم العناصر المعروفة كيميائيا، وفيما يختص بتاريخ هذا العنصر يقول«ف. ليستيوس» إنه في مكان ما مع مطلع القرن السابع عشر اكتشف شخص يدعى «كاسيورولس» حجرا ذا ثقل نوعي غير عادي، لدرجة دفعته إلى الاعتقاد باحتوائه على أحد المعادن الثقيلة. وكما فعل الأقدمون، كانت النار هي المحك والوسيلة للتعرف. فبحرق ذلك الحجر عند درجة حرارة عالية بنار الفحم الحيواني، ثم تبريده، وجد

انه يلمع في الظلام بضوء أحمر. وبعد ذلك بسنوات اكتشف آخر يدعى «بالدوين» تشكيلة أخرى من أشباه ذلك الحجر، الذي وجد أنه بعد معالجة خاصة اكتسب خاصية الإشعاع بلون أحمر يتضح تماما في الظلام، وعند منتصف القرن السابع عشر أعطي ذلك العنصر الذي يضيء في الظلام اسم الضوء البارد أو الفوسفور ولقد بقي إنتاج الفوسفور سرا حتى عام 1737 م، لما كان سائدا من اعتقاد عند مكتشفيه بأنه حقا حجر الفلاسفة الذي يحيل المعادن الخسيسة إلى ثمينة، ذاك كان بداية كشف الفوسفور في الطبيعة، والذي اعتبر كشفا استراتيجيا هاما في ذلك الوقت.

.. أما أول من حفر الفوسفور معمليا فهو العالم «هـ. براند» في عام 1669 ميلادية، كما يستفاد من بحث نشره العالم «كونيكل» في «هامبورغ» عام 1716 م. ولقد كان ذلك التحضير من مادة اليوريا أو البول. ومن الطريف أنه كان نتيجة لاكتشاف عنصر يضيء في الظلام بأضواء واضحة، لأول مرة في حياة البشر إن استطاع شخص يدعى «كرافت» في عام 1667 م أن يستغل تلك الخاصية العجيبة في التأثير على كثير من الرؤوس المتوجة عندئذ في أوروبا، ومن بينها «شارل الثاني» ملك إنجلترا. ومن ثم فقد اعتبر البحث الخاص بتحضير الفوسفور ومعرفته قمة في السرية والكتمان، حتى استطاع شخص ما أن يحصل على تلك المعلومات بطريقة أو بأخرى عبر أوراق جاء فيها: (انه قد أخذت كمية وفيرة من بول الإنسان و بالمعالجة الحرارية أمكن التخلص من المواد الطيارة والأملاح.. . وتستمر السطور حتى يكون في الإمكان أخيرا تحضير عنصر الفوسفور).

وعلى الجانب الآخر نجد أنه من المعروف بل والمؤكد أن عنصر الفوسفور كان من بين العناصر المعروفة لدى العرب الكيميائيين، والذين يبدو أنه كان في استطاعتهم تقطير كل أنواع المواد الفوسفاتية مثل اليوريا والعظام.. الخ، تحت ظروف تتيح لهم الحصول على الفوسفور بصفة أكيدة، ثم تطورت البحوث خلال القرن السابع عشر كله، حتى كان مطلع القرن الثامن عشر حيث تمكن العلماء في لندن من تحضير الفوسفور بطريقة «بويل» و بناتج اقتصادي تجاري، أمكن تسويقه حينذاك في أوروبا، ثم بعدها ذاع السر وعرفت طرق التحضير في السويد في عام 1715 وفي فرنسا في عام 1737 وكان «شيلي» أول من درس الفوسفور في العظام عام 1771.

أما أول من سجل تواجد عنصر الفوسفور في المملكة النباتية فهما العالمان «ألينوس وماكجراف» وكان ذلك في أواسط القرن السابع عشر أي قبل اكتشافه في العظام بزمن قصير. ثم كان في عام 1780 م اكتشاف أحد المعادن الذي يتحد فيه الفوسفور مع الرصاص، ثم تلا ذلك اكتشاف صخر أو معدن الأباتيت الذي يشكل أحد أنواع معادن الفوسفات الهامة والرئيسية. وفي عام 1781 استطاع «ر. سبيلمان» تحضير حامض الفوسفوريك من البوريا أيضا.

الجاليوم:

يكون هذا العنصر الفلزي العجيب صورة حية لقدرة التفكير العلمي وبراعة العلماء وشفافيتهم في التنبؤ بالمجهول لا رجما بالغيب ولا تنجميا ولا شعوذة، بل على أساس من القواعد التجريبية والمنهج القائم على احترام العقل والحقيقة الموضوعية، وهي في مجموعها سمات البحث العلمي القويم، ففي سنة 1868, كان العلامة «ديمتري ايفانوفتش مندليف» قد رتب العناصر الكيميائية المعروفة عند المتخصصين في جدول أسماه الجدول الدوري، وترك ثلاثة أمكنة في هذا الجدول لعناصر لم تكن قد اكتشفت في ذلك الزمان حتمها الترتيب والتنسيق الدوري للمعادن، أحدها سماه، (ايكا-ألومنيوم) وتنبأ له بصفات كيميائية وفيزيائية، فأثبت الكشف والبحث فيما بعد عبقرية وصدق حدسه فيها. وبعد ذلك بسنوات ست، أي سنة1874, كان الكيميائي الفرنسي «ليكوك دي بوابردران» دائبا على فحص أحد خامات الزنك في منطقة (البرانس العليا) بواسطة المطياف (السبكتروسكوب) فاستوقفته خطوط في مجرى الطيف بنفسجية اللون، وتبين له بالحساب أنها لا بد أن تكون لعنصر جديد من تلك العناصر التي تنبأ بها من قبل «مندليف». واستطاع «ليكوك» هذا أن يستخلص ذلك العنصر في أغسطس سنة 1875 وسماه «الجاليوم» نسبة وتخليدا لاسم بلاده فرنسا، أو بلاد الغال.

ومنذ ذلك التاريخ، والكيميائيون دائبون على دراسة خصائص ومميزات هذا المعدن حيث وجد أنه عنصر فلزي ذي بريق رمادي اللون طري يمكن خدشه بالأظافر، و ينصهر عند درجة 7 ,29 م، و يغلي عند درجة 2100 م وله

كثافة تبلغ 975, 5 جم / سم 3، ويحسبون محتوى القشرة الأرضية كلها من عنصر أو معدن الجاليوم بما يقارب خمسة عشر جراما في كل طن من القشرة. وهي نفس النسبة التي حسبوها لفلز الرصاص تقريبا، وتعادل مائة وخمسين ضعفا لنسبة تواجد فلز الفضة مثلا. ولم يعرف حتى الآن معدن من المعادن المكونة لصخور قشرة الأرض يوجد فيه الجاليوم كعنصر أساسي، اللهم إلا إذا ذكرنا معدن «الجرمانايت» وهو كبريتيد معقد لكل من النحاس والجرمانيوم والزنك والجاليوم والزرنيخ.

اليورانيوم:

كانت مناجم (بوهيميا) تمد العلماء بحجر أسود ثقيل (كالقطران)، وكان الباحثون لا يرون في هذا الحجر سوى كونه مركبا معقدا من الزنك والحديد والتنجستن، حتى جاءت سنة 1789، حيث عكف «كلايروث» على تحليل هذا الحجر بدقة واستقصاء، وما هي إلا أيام حتى اكتشف بذاك الحجر-علاوة على التركيب المعدني المعقد والمعروف آنئذ-عنصرا آخر أسماه اليورانيوم، تيمنا باسم الكوكب «يورانس» الذي كان «هرشل» قد اكتشفه قبل ذلك بقليل (عام 1781) وسماه باسم أحد آلهة الإغريق. وفي عام 1842 تمكن «بليجوت» من استخلاص اليورانيوم نقيا خاليا من الشوائب والأدران، ليثبت لنا أنه معدن أبيض اللون ينصهر عند درجة 1133 م، و يزن مثل حجمه من الماء قرابة تسعة عشر ضعفا (كثافة)، و يصدأ في الهواء ببطء و يذوب في الأحماض.

ثم جاء عام1895 بواحد من أعظم اكتشافات الإنسانية عن تركيب الذرة، إذ لاحظ العالم «بيركريل» أن اليورانيوم يشع إشعاعات خفية نفاذة تصل إلى اللوح الفوتوغرافي، فتؤثر فيه خلال طبقات من الورق الأسود الذي لا ينفذ منه الضوء. ثم استطاع بعد ذلك «رذرفور» ومدرسته أن يقسموا إشعاعات اليورانيوم تلك إلى أصناف ثلاثة «ألفا وبيتا وجاما» وهي حروف أبجدية الإغريق أو اليونان القدماء، لكل منها صفة وميزة ونفاذية. ثم جاء «سودي ورامزي» باليقين الذي لا يقبل الشك، في أن إشعاعات «ألفا» ليست إلا نوى ذرات الهليوم، أي أن عنصرا هو اليورانيوم يتحطم من تلقاء ذاته إلى عناصر أخرى. وفي عام 1903 اكتشف باحثون آخرون أن تحطم

ذرات اليورانيوم هذا يكون مصحوبا بحرارة، إلا أنها من الضعف بحيث إنك لا تستطيع أن تصنع فنجانا من القهوة على طن من اليورانيوم إلا بعد ثلاثين عاما.

واكتشف بعد ذلك عناصر أخرى مشعة كاليورانيوم، إلا أن«فون فيساكر» أثبت أنه لا توجد قوة على الأرض من ضغط أو حرارة، يمكنها أن تعجل أو تقلل سرعة تفتيت ذرات اليورانيوم أو غيره من المشعات، فهي تتفتت بنظام تلقائي ثابت ومحكم، وركز العلماء أفكارهم في تفهم النهاية التي تصل إليها ذرة اليورانيوم بعد طول تفتت، فخرجوا بالقول الفصل: إن ذرة اليورانيوم الواحدة بعد أن تقذف بثمان من جسيمات «ألفا»، يهدأ بالها، وتستقر بعد ثورة، فتتحول إلى ذرة من ذرات الرصاص،. واخترع جايجر ومولر جهازا بسيطا دقيقا لإحصاء عدد الإشعاعات التي يقذف بها وزن معين من اليورانيوم في زمن محدد، وقد خلص العلماء من هذا العد والإحصاء إلى أن جراما واحدا من اليورانيوم، يعطى جزءا واحد من 000 ,000 ,600 ,7 جزء من الجرام من الرصاص في العام الواحد، أي أن نصف أي كمية من اليورانيوم يتحول إلى رصاص بعد أربعة آلاف وخمسمائة مليون سنة، وهنا سال لعاب الجيولوجيين المشغولين بتقدير عمر الأرض، ففي سنة 1905 قال «بولستوود:< لقد وجدتها، وطفق يسهر الليالي، و يقضي الأيام في تحليل خامات من بقاع الأرض المختلفة، ليعرف نسبة الرصاص إلى اليورانيوم في كل حجر وصفوان، فوجد أن الرصاص يزيد كلما أمعن ما يحلل من خامات في القدم. وفي سنة 1915 طلع «هولمز» على الناس بنظريته القائلة بأن عمر الأرض لا يقل عن ألفي مليون سنة، لأن أقدم صخور الأرض في فنلندة تحوي من الرصاص واليورانيوم ما يؤيد ذلك (بعد الوصول إلى القمر، أصبح التقدير5 ,4 بليون سنة).

وكان بذلك اليورانيوم بعد أن اكتشف وجوده «كلايروت» واستخلصه «بليجوت» وسيلة من وسائل تقدير عمر الأرض الذي حارت فيه الإفهام وزاد على البشر في الإبهام.

الأنديوم:

في مدينة «فرايبورج» الألمانية التي تعتبر بحق أول مدرسة لعالم المعادن

الحديث، كان «رايخ وريختر» سنة 1863 جادين دائبين-شأن كل مشتغل بالعلم- في دراسة خامات الزنك دراسة مستفيضة عميقة، باستخدام المطياف (السبكتروسكوب)، فلفت نظريهما خط ذو لون نيلي غامق شديد الوضوح، لم يكن في دائرة معارفهما المعدنية حتى ذاك الحين انه كشف لمعدن جديد فأعطياه الاسم «الأنديوم» من الكلمة اليونانية التي معناها (النيلة) ذاك الصبغ البنفسجي المعروف، وتتابع دأب العلماء في استقصاء حقيقة ذلك العنصر الجديد، حتى تيقنوا من أنه فلز من مجموعة الألومنيوم (الثالثة في الجدول الدوري) طري سهل التشكيل، يشبه القصدير في قوامه وثقله، وأن وزنه الذري هو 114,8، أنه ينصهر عند درجة 156,2 م، و يتسامى إلى بخار عند درجة 1450 م، وأن ثقله النوعي أو كثافته تبلغ 7,31 جرام / سنتيمتر مكعب. وانقضت ستون سنة على اكتشاف عنصرنا هذا، ولم يكن ما استخرج منه حتى عام 1924 يملأ ملعقة شاي صغيرة، إذ أن خصائصه الاقتصادية لم تكن قد عرفت أهميتها بعد، إلا أن مداومة البحث في معرفة الخصائص الكيميائية والفيزيائية لفلز الأنديوم، وكذلك متطلبات التكنولوجيا الحديثة أدت إلى التوصل لاستخدامه في أغراض لا يمكن للتقدم التكنولوجي العلمي اليوم الاستغناء عنه فيها بأي حال من الأحوال. ولقد قدر العلماء أن قشرة الأرض تحوي في المتوسط عشرة جرامات فقط من ذلك الفلز في كل طن منها، كذلك وجد أن عنصر الأنديوم هذا يدخل في تركيب زهاء خمسين نوعا من المعادن، إلا أن هذه التواجدات غير ذات صفات اقتصادية كخامات حتى اليوم، وأن المعدن الوحيد الذي يعتبر مصدرا لهذا الفلز العجيب هو كبريتور الزنك أو «السفاليرايت».

الألومنيوم:

بدون مقدمات نقول: إن الألمنيوم هو معدن القرن العشرين بلا جدال. وكان نابليون الثالث يتطلع إلى لوح من الألمنيوم فوق مكتبه، و يتمنى لو عاش لليوم الذي يشيع فيه استخدام هذا المعدن العجيب في أمور الدنيا جميعا، أما اكتشاف معدن الألمنيوم فله قصته المثيرة، شأن كل الاكتشافات الهامة في تاريخ العلوم التي يحققها العلماء بالدم والدمع والعرق الغزير. ففي سنة1808، قرر الكيميائي العلامة «همفري دافي» أن الحجر المسمى الألومنيا،

أي الذي لا يحترق، ما هو إلا أكسيد لمعدن سماه «الألومنيوم» بيد أن همفري دافي لم يوفق لفصل هذا المعدن. ولكن «أروستيد» وفق فيما فشل فيه «دافي» سنة 1825 . ومن يومها وبحوث العلماء تتوالى جادة هادفة للوصول إلى طريقة لاستخراج هذا المعدن من خاماته، وبعد جهود شاقة مضنية في سنة1854 توصل «ديفيل» إلى استنباط طريقة لاستخلاص الألومنيوم بصورة تجارية. وفي سنة 1857، كان ثمن الرطل الواحد من الألمنيوم حوالي ثلاثة عشر جنيها، حتى أنه لم يكن على الأرض إنسان آنذاك يطمع في أن يكون في مطبخه وعاء من ذاك المعدن.

ولكن حدث في عام 1886 أن وفق كل من «هول» بأمريكا «وهيرولت» بفرنسا-كل على حدة-إلى استحداث طريقة زهيدة التكاليف، قوامها إذابة خام الألومنيوم المسمى البوكسايكت في خام آخر للألومنيوم يسمى الكرايولايت، وذلك بتسخينهما معا في درجة حرارة عالية، مع إمرار تيار كهربائي في الخليط المنصهر، عندها يترسب معدن الألومنيوم بكل سهولة و يسر على القطب السالب.

وفورا وباستخدام هذه الطريقة زاد الإنتاج، وانخفض ثمن الرطل في عام 1895 إلى نحو خمسة وعشرين قرشا.. ولا تزال طريقة «هول وهيروليت» هي عماد صناعة الألومنيوم حتى اليوم، لا تنازعها طريقة أخرى.

وينتشر الألومنيوم في صخور الأرض وأحجارها بنسبة تفوق كل المعادن الأخرى فمثلا يحوي الطين بكل أنواعه وكذلك التربات الزراعية نسبة من الألومنيوم لو أمكن التوصل إلى طريقة لاستخلاصها لبلغ ثمن الرطل منه جزءا من المليم. ولكن لا تزال هناك عقبات يحاول العلماء التغلب عليها لاستخراج الألومنيوم من الطين.

الكوبالت:

في ربيع عام 1903 كان العمال الكادحون يواصلون مد السكك الحديدية في شمال مقاطعة «اونتاريو»، وعندما شقوا صخور منطقة بحيرة «تيسكامنج» على بعد نحو ثلاثمائة وثلاثين ميلا شمال مدينة «تورنتو»، لاحظوا في الصخور بضعة عروق تتمايز عن غيرها في لونها، فحمل أحدهم منها عينة إلى باحثين هما «جيمس ماكنلي وآرنست داراغ» اللذين

بادرا بزيارة الموقع، وهالهما ما تحمله تلك العروق من فلز الفضة الخام، ومع الفضة مقدار هائل من خامات فلز آخر، ما كان معروفا تماما، أو كان مشكوكا في أن يكون فضة، وما هو في واقع الأمر بفضة.

ذاك كان الكوبالت أحد أشقاء الحديد-إن صح التعبير-وخامات الكوبالت كلها زرنيخية كبريتية، مما يسبب تورما في أيدي وجلود العاملين فيها، حتى أطلق عليه عمال المناجم في سكسونيا «الكوبولد» بمعنى مسبب الأورام، فذهبت مثلا.. ومع الزمان أصاب الكلمة تحريف فكانت الكوبالت.

أما أملاح المعدن في حد ذاتها-و بغير هذا الاسم-فمعروفة منذ أقدم الأزمنة حيث كانت تستخدم في تلوين الزجاج والفخار باللون الأزرق. وهذا ثابت في بعض تماثيل زجاجية فرعونية صغيرة، يقارب عمرها أربعة آلاف سنة، وهو كذلك ثابت في آثار البابليين والإغريق والرومان وأهل طراودة، صاحبة الحصان المشهور.

و يرجح «بيليري» أن تعدين خام الكوبالت اقتصاديا قد تم في شينبرج في مقاطعة سكسونيا.

الراديوم واليورانيوم:

بعد ذلك نأتي إلى واحد من أهم أعمال الفكر العلمي في استكشاف المعادن، انه رمز الإصرار والكفاح والنجاح، وانه رمز الرهبنة العلمية بغير تطلع لعرض من أعراض الدنيا، ثم انه رمز لما قام به الثنائي العظيم بيير وماري كوري. انهما عالمان تفانيا في حب العلم والاستعلاء به عن سفاسف الأمور وحطام الدنيا. وانه مثل لما يمكن أن تعمله المثابرة والدأب والإخلاص للعلم. وأنى كان للفتاة الهاربة من مسقط رأسها فارسوفيا إلى مدينة النور-باريس-في سنة 1891 أن تعلم أن هذا الفرار المجهول العواقب سيدفع بها لا إلى الهاوية بل إلى أحضان زواج هانئ، لن يكون بركة ويمنا على قلبها الواجف النازح فحسب، بل سيكون أيضا أيمن زواج على البشرية، وان لم تدق له الطبول في الشوارع، ولم تدوله من القلاع طلقات المدافع !!

وبعد اكتشاف«رونتجن» Rontgen للأشعة السينية X-ray خطر «لهنري بوانكاريه» أن يعود فيبحث في ضروب الأشعة المشابهة لتلك الأشعة، وهل هي مرسلة من أجسام ذوات خواص تحول الضوء الذي تتلقاه إلى إشعاعات

مضيئة ذوات موجات أطول ؟ وهي نظرية لفتت «هنري بيكريل» Becquerel، فبحث في أملاح معدن نادر اليورانيوم. ولكنه بدلا من أن يجد الظاهرة المتوقعة. لاحظ ظاهرة أخرى مختلفة تماما، وغير مفهومة: فان أملاك اليورانيوم ترسل من تلقاء نفسها ودون عمل سابق للضوء إشعاعات ذوات طبيعة مجهولة. فإذا وضع مزيج من اليورانيوم على لوح زجاج فوتوغرافي محوط بالورق الأسود فإنه يؤثر فيه من خلال الورق، ومحدث تفاعلات. وهذه الإشعاعات والتفاعلات اليورانيومية المدهشة تكهرب ما يحيط بها من الهواء بحيث يصبح موصلا جيدا للكهربائية.

«فهنري بيكريل» قد اكتشف الظاهرة التي أطلقت عليها ماري كوري فيما بعد اسم: النشاط الإشعاعي Radioactivity ولكن أصل هذا الإشعاع وطبيعته قد ظلا لغزا من الألغاز. وقد جذب اكتشاف «بيكريل» انتباه كوري وزوجته إلى أقصى حد. فمن أين تصدر تلك القوة، كائنا ما كان ضعفها، والتي تنفصل عنها باستمرار تفاعلات اليورانيوم في شكل إشعاعات ؟ وهذه الإشعاعات ما هي إذن طبيعتها ؟ وصاحت مدام كوري.. هذا هو البحث العظيم الذي يصلح موضوعا لرسالة الدكتوراه.

وأمعنت مدام كوري في درسها وبحثها واستقرائها وتجاربها. فأدركت أن إشعاعات اليورانيوم رغم ضعفها الشديد ليست وليدة شيء، ولا شبيهة شيء، بل هي إشعاعات ذوات «شخصية» قائمة بنفسها، ومتميزة. ولكن هل اليورانيوم وحده هو مصدر تلك الإشعاعات التي انفرد بها ؟ لماذا لا تكون هناك عناصر أخرى لها نفس الخاصية الإشعاعية، وفي وسعها توليدها ؟ فربما كان اكتشاف هذه الإشعاعات في اليورانيوم أولا بطريق المصادفة هو الذي جعلها مرتبطة به في عقول الطبيبين، فالآن يجب أن نبحث عنها في شيء آخر.. وما كاد يخطر ذلك لماري حتى راحت تعمل، ونبذت دراسة اليورانيوم لتتولى تجربة كل العناصر الكيميائية المعروفة، ولم تبطئ عليها النتيجة، فقد وجدت في أجسام معدن الثوريوم إشعاعات أخرى مندفعة من نفسها، تشبه ما في اليورانيوم وبنسبة مماثلة، ورأت العاملة الشابة بجلاء أن هذه الظاهرة ليست من خواص اليورانيوم وحده، فأطلقت عليها كما قلنا من قبل اسم النشاط الإشعاعي.

وفكرة ماري كوري بسيطة، بسيطة مثل كل ما تكشف عنه العبقريات،

فان مئات العلماء والباحثين كانوا إذا عرض لهم مثل ما عرض لمدام كوري قضوا الشهور بل السنين واقفين حائرين مترددين، أما ماري فقد سألت نفسها عن هذا التفاعل الإشعاعي النشط الخفي، ودهشت له، بيد أنها حولت دهشتها إلى عمل مثمر. وكانت كل تجربة لها خطوة تخطوها نحو ذاك السر المجهول. وإذا بها أمام مفاجأة مسرحية: لقد اتضح لها أن هذا النشاط الإشعاعي قد بدا أقوى بكثير جدا مما كان يتوقع من كل ما بدا في كميات اليورانيوم أو الثوريوم التي امتحنتها، فهل تكون غلطت في التجربة ؟ لقد أعادت مقاييسها وموازينها، بدقة وثبات، على نفس المواد، وأعادتها عشرات المرات، فتيقنت أن كميات اليورانيوم والثوريوم التي في المعادن الممتحنة لا تكفي البتة لتحقيق وجود هذه القوة الخارقة في الإشعاعات التي تشاهدها.

فمن أين إذن تجيء هذه الإشعاعات الخارقة الفائقة إذن ؟ لا بد أن تفرض ماري فرضا جريئا جديرا بها، وهو أن هذه المعادن التي توصل تلك الإشعاعات كلها لا بد أن تحوي عنصرا كيميائيا مجهولا حتى يومها ذاك، عنصرا جديدا.. مادة جديدة.. معدنا جديدا... فرض فاتن ومغر. ولكنه فرض. فحتى ذلك الحين لا وجود لهذه المادة ذات الإشعاع الذائب الهائل إلا في مخيلة ماري وشريكها بيير كوري، ولكنها موجودة فعلا، ولها عندهما مكانها !

وكانت تلك أولى مراحل اكتشاف الراديوم. وبقى استكمال الكشف بالتجربة، وعزل المادة الجديدة. وفعلا ظهر عنصر الراديوم إلى الوجود على يدي العالمين معا. ففي رسائلهما إلى الأكاديمية قالا: «إن واحدا منا رأى وواحدا منا اثبت» ونحن نقترح أن نسمي مادة كذا بولونيوم نسبة إلى مسقط رأس أحدنا، وقالا في رسالة أخرى في ديسمبر1898: إن الأسباب المختلفة تحملنا على الظن بان المادة الجديدة للنشاط الإشعاعي تحتوي عنصرا جديدا، نقترح أن يسمى الراديوم. واستقبل عامة الناس الخبر بالبهجة. أما زملاء كوري من الطبيعيين فقد تحفظوا. فخواص البولونيوم والراديوم تقلب كل ما عرفوا من نظريات أساسية اعتنقها العلماء منذ أجيال. وهم على شدة اهتمامهم بهذا الاستكشاف العجيب كانوا ينتظرون النتائج الحاسمة التي تقطع شكوكهم باليقين..

وكان الكيميائيون أشد من الطبيعيين تعنتا، فالكيميائي هو ذاك الذي لا يعتقد بوجود مادة جديدة، إلا إذا شاهد هذه المادة ولمسها وفحصها وامتحنها بالأحماض، ووضعها في زجاجة وقرر ثقلها الذري. وحتى تلك اللحظة لم يكن هناك من رأى الراديوم رأى العين وما من أحد عرف وزنه الذري، فقيل «لا ثقل ذري، إذن، فلا راديوم، أرونا هذا العنصر ونحن نصدقكم ؟».

ولكي يظهرا البولونيوم والراديوم للمتشككين، ولكي يبرهنا للعالم على وجود «طفليهما» ولكي تزداد نفساهما يقينا، يضطر بيير وماري كوري إلى العمل منذ تلك اللحظة مدى أربع سنوات وكان الهدف هو الحصول على الراديوم والبولونيوم النقيين، ولعزل هذين المعدنين الجديدين الثمينين من الشوائب.. ولم يكن أي من الإمكانات عقبة.. وفي سقيفة خشبية بشارع لومون بباريس كان معملهما، وكان لابد لهما من النقود والصبر حتى إن ماري كتبت في مذكراتها: «ليس عندنا مال ولا معمل ولا عون للسير بهذا العبء الجليل الثقيل، فهو بمثابة خلق شيء من لا شيء حتى ليمكنني القول إن هذه الحقبة كانت لزوجي ولي عهد البطولة في حياتنا المشتركة، ومع ذلك ففي هذا العنبر الذري العتيق قد تتابعت أجمل سني حياتنا وأسعدها موقوفة خالصة للعمل. وكنت أعد غالبا طعامنا حيث نحن لكيلا نقطع تجربة هامة. وكنت أحيانا أقضي النهار بطوله أحرك سائلا يغلي على النار بعود من حديد طوله كطولي فإذا جاء المساء سقطت تعبا وإعياء..

وعلى هذا الحال وفي مثل هذه الأحوال عمل بيير كوري وزوجته من 1898 حتى عام 1902, فهما فاعلا بناء وهما حمالا حطب, وهما صاهرا حديد، وهما نافخا نار، وهما مكتشفا شيء لم يقر له قرار. فقد ظل الراديوم متأبيا عليهما حافظا سره، لا يريد أن يميط عن نفسه اللثام أو يعرف بنفسه بني الإنسان !

وصارت أيام العمل أشهرا، وتحولت الأشهر إلى سنين، ولم يفقد بيير وماري الأمل، ولم تخنهما الشجاعة فان هذه المادة التي تقاومهما تفتنهما. وقد جمعت بين الرجل وزوجته ألوان الحنان القلبي والهوى العقلي، فعاشا حياة غير معقولة في مشرحة مهجورة عيشة خلقت له وخلقت لها ولم تكن تصلح إلا لهما.. وعندما كان بيير وماري يتركان أجهزتهما وتجاربهما لحظة ليتحدثا و يستجما كان يدور حديثهما حول هذا الراديوم المحبوب. فتتساءل

عنه ماري بالتطلع الحار الذي يشعر به طفل منوه بلعبة: ليت شعري كيف تراه سيكون ؟ وأنت يا بيير كيف تتصور شكله ؟ فيجيبها العالم زوجها بلطف: والله ما أدري، غير أنى أتمني أن يكون جميل اللون..

وفي عام ,1902 بعد خمسة وأربعين شهرا، من اليوم الذي أعلن فيه كوري وزوجته احتمال وجود الراديوم، تظفر ماري بالفوز النهائي في حرب المجابهة هذه فتوفق في تحضير عشر الجرام من الراديوم المنقي وفي وزن ثقله النوعي، فتجد وزن الجوهر الجديد225. ولم يعد أمام الكيميائيين المتعنتين المتشككين إلا أن ينحنوا أمام الواقع، أمام عناد امرأة هو فوق طاقة البشر.

وأصبح الراديوم موجودا رسميا..

وأصبح البولونيوم موجودا رسميا..

٦ استكشـــاف وتحـــري الثروات المعدنية

الكثرة الغالبة من الثروات المعدنية خبيئة الأرض غير ظاهرة على سطحها.. ومن ثم فقد استلزم ذلك ابتكار طرق متعددة تساعد في الكشف عنها. ولقد تطورت وتعددت تلك الطرق بتطور الفكر الإنساني، ومع كل مستحدث تكنولوجي جديد توجد طرق ووسائل جديدة. وكان أحدث ما وجد أو أحدث مواليد الفكر الإنساني في ذلك هو الاستشعار من البعد.. ولئن كانت تلك الطريقة هي أحدث الطرق إلا أنها وجدت لتسبق كل ما عرف من طرق أخرى في ذلك السبيل، فهذه التكنولوجيا الحديثة والمتقدمة، تساعد عند أعداد الخرائط الجيولوجية، وتوحي بمواقع احتمالات وجود خامات ورواسب معدنية ذات قيمة اقتصا دية..

الصدفة كانت سابقة:-

نقول إن هذه الطريقة سابقة الذكر وجدت لتسبق كل ما عرف من طرق أخرى في سبيل البحث عن الثروات المعدنية، فإذا عن البدايات الأولى في ذلك المجال؟..

منذ آلاف السنين، وحتى مطلع القرن الحالي كان العثور على الخامات المعدنية أمرا يتم بمحض الصدفة، وباستخدام عين الإنسان الفاحصة التي اكتسبت دربة وخبرة في هذا المجال، بحيث تستكشف العروق الظاهرة على سطح الأرض أو المطمورة بالقليل من الرمال والرسوبيات، وزادت خبرة الإنسان مع الأيام فكان يستشعر تواجد معدن دفين في باطن الأرض في مكان ما، فينقب عنه بالحفر هنا وهناك في نقط مختلفة على السطح، حسبما تشير الشواهد وتنبئ الظروف المحيطة والأدلة الجيولوجية على ذلك. بمثل تلك الطرق البسيطة أمكن للإنسان في مطالع حضاراته الأولى أن يستكشف و يستغل معادن مثل:

الذهب والنحاس والحديد والفضة والقصدير وما إلى ذلك، فنجد مثلا أن قدماء المصريين قد جابوا الصحراء الشرقية المصرية شمالا وجنوبا، وشرقا وغربا، بحثا عن مثل تلك المعادن، فاستغلوها بعد أن استكشفوها بخيراتهم البدائية، وزينوا بها معابدهم وأثارهم وتفننوا بدقة صنعتهم في إظهار ما كانوا عليه من مدنية عريقة وتقدم-قياسا إلى عصرهم-كان عظيما، والمدهش حقا أنه بمثل تلك الطرق البحثية والاستكشافية البدائية نقب المصريون القدماء عن الذهب مثلا في أكثر من مائة موقع بالصحراء الشرقية، بين نهر النيل والبحر الأحمر، حيث استكشفوا الذهب واستغلوه في أماكن موحشة، صعبة التضاريس لا نكاد نبلغها اليوم بكل ما لدينا من إمكانيات إلا بشق الأنفس.

كذلك مما اكتشف مصادفة الحديد الذي اكتشف أثر حرائق اندلعت في بعض الغابات وكانت من تحتها أكاسيد الحديد التي اختزلت بفعل الحرارة العالية وتكون معدن الحديد.. وهكذا، النحاس والرصاص والقصدير الخ..

ومع ازدياد الحاجة إلى الثروات المعدنية التي هي هيكل كل حضارة وعمودها الفقاري ازداد الطلب على تلك الثروات. وفي البداية كان العثور على الخامات يكلف الكثير من الأموال والأرواح، والجهد الشاق الطويل، بله الوقت، إذ كانت نسبة ما يعثر عليه من الخامات إلى كلفة البحث عنها نسبة ضئيلة، بالإضافة إلى الاقتصار في التنقيب والبحث عنها على الموجود منها قريبا من سطح الأرض فقط..

ولكن التقدم الكبير في العلوم التطبيقية والتكنولوجية وتداخل العلوم المختلفة بعضها مع بعض بغية ابتكار وسائل وطرق متعددة الأغراض، تخدم في اكثر من (تجاه.. كما حدث في عصر الفضاء هذا الذي نحياه.. كل ذلك بالإضافة إلى ازدياد الحاجة إلى المواد الخام لاستخدامها في كل متطلبات ومنجزات الحضارة الآنية، وكذلك ازدياد عدد سكان الأرض.. ذلك جميعه حتم البحث في كل شبر على الأرض-سطحا وتحت سفح-عما بها من خامات بطرق علمية منظمة ومقننة بنظريات وقوانين.. حتى تفي بالغرض وتقدم للإنسانية حاجاتها من ا لثروات المعدنية..

ومن أهم تلك الطرق والوسائل-وطبقا لأولوية الاستخدام-ما يأتي.

أ-تكنولوجيا الاستشعار من البعد.

ب-طرق البحث الجيوفيزيقية والجيوكيميائية.

ج-أعمال المسح الجيولوجي المختلفة السطحية.

د-أعمال الحفر الآلي والأعمال المنجمية أو المسح الجيولوجي التحت سطحي.

تلك هي الطرق البحثية، التي يجب أن تتبع اليوم لاستكشاف أو تحري أية رواسب أو خامات معدنية، مهما ذهب بها العمق في باطن الأرض.. ونتناول هنا باختصار نرجو إلا يمل ولا يخل تلك الأساليب لنوضحها بقدر الإمكان الذي يسمح به مجال الكتابة في هذا البحث وبعيدا عن تعقيداتها العلمية ومصطلحاتها الأكاديمية المعقدة.

(ا) تكنولوجيا الاستشعار من البعد:

أن كلمة تكنولوجيا ببساطة هي وضع الاكتشافات العلمية موضع الاستفادة العلمية التي تنعكس على حياة المجتمع وأما الاستشعار من البعد فهو أيضا و ببساطة اكتشاف علمي أتاح عيونا جديدة تنظر إلى الأشياء وتفحصها، سواء من مسافة قصيرة جدا، قد لا تتعدى السنتمترات أو من مسافات جد شاسعة تبلغ آلاف الكيلومترات.. وترى تلك العيون مالا يمكن لعين بشر أن تراه، بل أن قدرتها المذهلة على ذلك تفوق كل تصور، ولم يأت ذلك وليد يوم وليلة ولكنها ثمرات جهود وجهود طالت بها الأيام ليتاح لنا تلمسها اليوم كحقيقة واقعة ومذهلة، بغض النظر عما كان مستهدفا من

مثل تلك الدراسات بادئ ذي بدء.

فلئن كان التدمير والتخريب هو المستهدف الأول فلقد أمكن للإنسان من بعد-الصانع والمخترع-أن يسخر تلك الوسائل من أجل خير الإنسانية ورفاهتها.

وكانت أجهزة الاستشعار من البعد في البداية أرضية.. ثم-شأنها كشأن كل شيء مع التطور-حملت بطائرات الاستطلاع، وانطلقت بسفن الفضاء إلى أبعاد مئات وآلاف الكيلومترات في الفضاء اللانهائي من حولنا.. وامتدت تطبيقاتها، متعدية التجسس والتدمير، لتمس أساس حياة الإنسان على الأرض ومستقبله، فيسرت حصر موارد الثروات الطبيعية ودراسة خواصها. سهلت إمكانية استغلال المساحات التي عز على الإنسان بلوغها، وقللت في كل ذلك من عوامل الكلفة والجهد في التحري والاستكشاف بالطرق التقليدية حتى لو كانت في مكنة الإنسان. إن الأقمار الصناعية وطائرات الاستطلاع التي أصبحت تحمل أجهزة حديثة للاستشعار من البعد إنما تحمل في الحقيقة (عيونا) يمكن عن طريقها تجميع قدر هائل من المعلومات، عن كل مكان على سطح الكرة الأرضية، ليتم فحصه ودراسته، واستخلاص الكثير مما يهم الإنسانية عنه، مدنيا وعسكريا. وكذا كشفت تلك العيون ما يدبر الإنسان بليل وما تخفيه الطبيعة عنه، و يقولون ما هذا إلا بداية، سوف يعقبها في السنوات القليلة القادمة تقدم هائل في هذا الميدان.

وهنا، أراك عزيزي القارئ، وقد استولت الدهشة عليك لما أتت به الحضارة الآنية.. ودعني أقل لك: إنها لم تأت بجديد.. واقرأ معي قول الخالق جل وعلا.. (وفي أنفسكم أفلا تبصرون)

حقا ففينا وفي غيرنا من كائنات الأرض الحية، أجهزة استشعار من البعد غاية في الدقة والحساسية والإعجاز. فحاسة البصر وحاسة السمع وحاسة الشم هي كلها أجهزة للاستشعار من البعد، ودراسة مواقف معينة من مسافات تبعد أو تنقص بحسب الحال، و باستخدام أجهزة طبيعية تتلقى الموجات-صوتية أو ضوئية-أو بانتقال جزيئات وذرات من مواد كيميائية من مصادرها إلى تلك الأجهزة الطبيعية عند الكائن الحي، للاستشعار. ولكل قدرته وإمكانياته.

ولننظر في العين كجهاز استشعار من البعد عند الإنسان مثلا.. فالعين

لا تستطيع أن تري الأشياء إلا عند وجود موجات ضوئية، في أطوال معينة تنعكس من هذه الأجسام، أو أن تكون تلك الأجسام مشعة في المجالات الضوئية التي تدخل في نطاق قدرات حساسية العين البشرية.. ودون ذلك فهو ظلام-عند العين البشرية فقط-وليس في واقع الحال فلا شيء يسمى بالظلام الكامل وإنما اختلاف في أطوال وذبذبات الموجات الضوئية..

والأذن كجهاز استشعار من البعد عند الإنسان لها قدرات محددة على التقاط الموجات الصوتية، في نطاق أطوال موجات وذبذبات معينة، وما زاد أو قصر عن ذلك لا تشعر به.. وكذلك حاسة الشم.

وفي العصر الحديث تقدم العلم يستكمل الصورة من خلال (عيون) متعددة قابلة للرؤية والاستكشاف خارج نطاق القدرة المحدودة للعيون البشرية، تتمثل تلك العيون في هيئة أجهزة تصوير عادية أو إلكترونية، تقوم بتسجيل ما نراه في كل مكان على سطح الأرض، وترسل ببعض تلك المشاهدات فورا إلى مراكز التقاط أرضية، ثم بتجميع تلك المشاهدات ووضعها في صور مختلفة يمكن دراستها واستخلاص كميات هائلة من المعلومات عنها. وان كانت الصورة قد بدت لنا مكتملة اليوم في هذا المجال فإنما بدايتها الأولى ترجع إلى ما قبل الحرب العالمية الأولى، وكان الغرض عسكريا بحتا وكان لابد من تطورها في الحرب العالمية الثانية، باستخدام الأشعة تحت الحمراء أو استخدام موجات الرادار وموجات اللاسلكي، بعد إرسالها من الطائرات إلى الأهداف الأرضية واستقبالها وتسجيلها بعد انعكاسها، ومن التطور أيضا في هذا المجال استخدام خاصية الإشعاع الذاتي للأجسام المختلفة على سطح الأرض للأشعة تحت الحمراء، فتقوم أجهزة خاصة باستقبال هذه الأشعة وتسجيلها، وعرضها بطرق مختلفة، ولهذه الوسيلة الأخيرة قدرة على الاستكشاف ليلا ومن ارتفاعات شاهقة، و بدون استخدام أية إضاءة على الإطلاق. وبإدخال كل هذه الاستحداثات الهائلة أمكن استغلال كل الخصائص الحرارية، وخصائص انعكاس وامتصاص الأجسام المرصودة للموجات الضوئية والإلكترونية في المجال المرئي أو غير المرئي.

وسنورد هنا نماذج مبسطة لبعض تلك الاستخدامات..

١- استخدام خاصية عكس الأجسام للأشعة المرئية، والأشعة تحت

الحمراء: في البداية يجب أن نعلم أننا نرى الأجسام بألوانها الطبيعية في الطبيعة بحسب قابلية تلك الأجسام لامتصاص الموجات الضوئية في المجال المرئي فقط، حيث إن العيون البشرية (وكل الكائنات الحية) قابلة للإحساس بتلك الموجات في مجال محدود فقط بحسب الكائن ذاته. وأي موجات أطول أو أقصر من ذلك لا تستطيع العين المجردة الإحساس بها، والضوء العادي أو المرئي عند تحليله إلى موجات متعددة يتدرج من اللون البنفسجي في ناحية إلى اللون الأحمر في الناحية الأخرى، فألوان الطيف معروفة. والصور العادية المأخوذة من الجو-الملونة أو العادية-ما هي إلا سجل لانعكاس تلك الموجات المرئية من على سطح الأرض، أو أي هدف معين عليها، مما يسهل عملية دراسة تلك الأهداف الأرضية المختلفة، والتعرف عليها، إما بأشكالها أو بألوانها أو بخصائصها الأخرى المرئية. غير أنه وجد أن خاصية الأجسام المختلفة لعكس الموجات الضوئية خارج هذا النطاق المرئي قد تختلف تماما عن عكسها لتلك الموجات-في النطاق المرئي-أي أنه إذا تشابه جسمان تشابها كاملا في الشكل واللون، بحيث يصعب التمييز بينهما عند الرؤية المباشرة، أو من صور عادية أو ملونة مأخوذة لهما.. فإذا اختلفت طبيعة المادة المصنوع منها الجسمان اختلفت بذلك كمية الانعكاس على سطحي الجسمين خارج النطاق المرئي، و بالذات في نطاق موجات الأشعة الحمراء..

ولأن قدرة العين البشرية محدودة، فهي مجردة من الإحساس بالموجات تحت الحمراء فقد تقدم العلم كدأبه لمساعدة الإنسان في التغلب على الطبيعة من حوله، مع ابتكار أفلام معالجة بنظام خاص، يجعلها حساسة للأشعة تحت الحمراء، بحيث يمكن أن يسجل عليها أي اختلاف لكمية الأشعة تحت الحمراء، المنعكسة من أي جسم بالنسبة لأي جسم آخر. من هنا أمكن تحويل تلك النوعية من الأشعة غير المرئية بالعين المجردة إلى مجموعة ظلال وألوان يمكن رؤيتهما والتمييز بينها، مثل تلك الأفلام سميت بأفلام كشف التمويه أو (الكاموفلاج). وهو عمل قائم على اختلاف نوعية المادة، وبالتالي كمية الأشعة تحت الحمراء المنعكسة منها، وبالتالي ظهور الأغراض بظلال وألوان مختلفة تماما عما حولها. وغني عن القول أن المستهدف من ذلك في أول الأمر كان عسكريا، ولما فطن العسكريون لذلك

ساووا في اللون والطلاءات الخاصة بين الأغراض وما حولها بحيث تكون الانعكاسات الإشعاعية متساوية.. وكان ذلك مدعاة لمزيد من البحث والتطوير..

فبعد أن كاد ذلك يؤدي إلى إلغاء أو تقليل فعالية الأفلام الخاصة باستقبال انعكاسات الأشعة تحت الحمراء، أمكن للعلم مرة أخرى أن يتغلب على ذاته، و يتفوق على نفسه باستحداث طرق للاستكشاف لا تتأثر بمثل ما تأثرت به الطرق السابقة.

على أنه وان كانت الحاجة العسكرية أما للاختراع في حالتنا هذه، فان الاستخدامات المدنية لم تلبث أن تطاولت إلى تلك الأجهزة المتقدمة والمستحدثة، لاستخدامها في مجالات زراعية ومجالات أخرى متعددة.

2- استخدام خاصية الإشعاع الذاتي للأجسام للأشعة تحت الحمراء في عمليات الاستطلاع والاستشعار من البعد، و يعتبر هذا من أهم التطبيقات الخاصة، وفي هذه الطريقة تستخدم خاصية الإشعاع الذاتي للأجسام المختلفة للأشعة تحت الحمراء في الموجات الطويلة التي لا يمكن تسجيلها على الأفلام الخاصة التي تحدثنا عنها سابقا، وهي تعتبر من أهم الوسائل التي تستعملها أقمار التجسس والمعلومات وطائرات الاستكشاف العسكرية التي تطير على ارتفاعات كبيرة. وترجع الأهمية الخاصة لهذه الطريقة الحديثة إلى قدرتها المذهلة على الاستشعار من البعد للأهداف الأرضية، وتحديد طبيعتها في ظلام الليل الدامس، ودون الاستعانة بأية إضاءة، وكذلك قدرتها على اكتشاف بعض الأشياء المختبئة تحت سطح الأرض، أو داخل مبان ومنشآت.. وقد تبين من السنوات القليلة الماضية أن هناك إمكانات ضخمة للاستفادة من هذه الطريقة في كثير من التطبيقات المدنية الهامة جدا،والتي يمكن أن تفيد في مجالات التحري المعدني وما إليها..

ولشرح هذه النظرية شرحا نبعد به بقدر الإمكان عن تعقيدات المصطلحات العلمية، نقول إن هذه الطريقة تستخدم نظرية الإشعاع الذاتي للأجسام المختلفة للأشعة تحت الحمراء في الموجات الطويلة، فلكل جسم في الطبيعة قدرة على الإشعاع الذاتي للأشعة تحت الحمراء، بقدر يتناسب مع درجة حرارته، ومع الذبذبات الخاصة بذراته وجزيئاته. فالأجسام ذوات

درجات الحرارة العالية تصدر عنها كمية طاقة اكبر مما يصدر من غيرها ذوات درجات الحرارة الأقل نسبيا.. وهكذا.. وأي اختلاف طفيف ولو لجزء من درجة، بين حرارة جسم وآخر، يسبب مباشرة اختلافا محسوسا في كمية الإشعاع الصادر عنهما.

فإذا تصورنا في هذه الحالة، أن جهازا إلكترونيا خاصا، له قدرة على التقاط الأشعة الصادرة من الأجسام، قد وضع على بعد شاسع من سطح الأرض، وليكن في طائرة مثلا، أو قمر صناعي، ثم وجه ذلك الجهاز نحو الأرض.. فانه سيستقبل طاقة إشعاعية حتما.. ثم إذا ما أمكن لهذا الجهاز تحويل الطاقة الإشعاعية تلك والمستقبلة من سطح الأرض، من طاقة حرارية غير مرئية إلى ضوء مرئي، تتناسب درجة توهجه مع كمية الطاقة الواصلة للجهاز، ومرة أخرى،إذا ما تصورنا المقدرة على إمكانية تسجيل ذلك التوهج على فيلم عادي، إذن لأمكننا في النهاية الحصول على ما يشبه الصورة العادية، لسطح الأرض وما عليها من مبان وأهداف مختلفة، ولكن تظهر فيها الأغراض أو الأهداف المختلفة وتتميز عن بعضها بمقدار ما يصدر منها من إشعاع.

هذا هو ببساطة الأسلوب المتبع في أجهزة الاستشعار من البعد، والتي تستخدم خاصية الإشعاع الذاتي للأجسام، وقد يبدو الأسلوب بسيطا في ظاهره، إلا أن هناك لا شك عقبات كثيرة وعوامل عديدة، يجب أن تؤخذ في الاعتبار ضمانا لنجاح هذا العمل أو النهج، في سبيل الاستكشاف، للأغراض العسكرية أو المدنية.

واستطرادا مع أهداف كتابنا هذا عن الثروات المعدنية، فان لهذه الطريقة تطبيقات هائلة وهامة في هذا السبيل. و يكفي هذا دون الدخول في تفصيلات علمية معقدة، ولكن نقول إن بعض الأماكن على سطح الأرض تكون اكثر حرارة مما حولها، ومن ثم تكون درجة إشعاعها الحراري أعلى مما حولها.. ولا يحس الشخص العادي بتلك الحرارة، وإنما تسجلها الأجهزة الدقيقة والفائقة الحساسية، وتظهر الصور المأخوذة بهذه الطريقة ذات ظلال تختلف عن غيرها، و يدركها المختصون فقط. وإذا ما أظهرت الصورة ذلك كان على الباحثين على الأرض فحص تلك المناطق على الطبيعة، وتحليل عينات منا.. إذ أن ذلك نذير بتواجد تركيزات عالية من الخامات،

مما جعل درجة حرارتها النوعية نظرا للتركيب المختلف عما حولها أعلى وبالتالي فعن طريق الاستشعار من البعد أمكن توفير الجهد والوقت، وأمكن تحديد المناطق المأمولة..

انه في عمليات الكشف عن الخامات المعدنية، يجب أن نعلم أن أهم ما تتميز به الصخور الحاملة للخامات المعدنية عن مثيلتها التي ليست لها أهمية اقتصادية، هو وجود معادن ما يسمى بالكبريتورات في الأولى، حيث تتفاعل تلك المعادن على سطح الأرض مع الأكسجين على الأخص فينتج عن ذلك حرارة، يمكن قياسها بوسائل الاستشعار من البعد التي تحدثنا عنها، أما في عمليات البحث عن المياه الأرضية فقد تبين من الدراسات الجيوكيميائية التفصيلية لبعض مناطق المياه الأرضية أن البخر يلعب دورا كبيرا في حركة المياه الأرضية في المناطق الجافة، ويمتد تأثيره إلى مئات الأمتار، وبذلك تنعكس حالات وجود المياه الأرضية في الأعماق على التفاعلات السطحية بالمستويات العليا للأرض، ولما كانت تلك التفاعلات طاردة للحرارة، فانه من المتوقع إمكان قياسها على السطح بواسطة وسائل الاستشعار عن بعد. وهكذا يمكن إجراء عمليات الكشف المبدئي عن المياه الأرضية بوسائل سطحية أو قرب سطحية سريعة، لا يمكن معها التوصل إلى ذلك بالطرق المعتادة إلا باستخدام طرق مكلفة جهدا ووقتا نوعا ما.

للقارئ أذن أن يتصور مدى الإمكانات الهائلة لمثل هذه التقنية المتقدمة في التحري عن الخامات المهمة اقتصاديا، وتحديد أماكنها وامتداداتها في القشرة الأرضية.. ولكنها أهمية لا تلغي ما لغيرها من طرق بحث وتحر من أهمية، هي أيضا مطلوبة لتمام العمل واكتمال الدراسة والتأكد..

ذلك هو تكنيك الاستشعار من البعد، وكان آخر مواليده هو الاستشعار من البعد بواسطة الأقمار الصناعية، ونتيجة للتقدم الهائل في هذه المجالات، توقفت تقريبا منذ أواخر الستينات وسائل التصوير العادي للأغراض العلمية الدقيقة من مركبات الفضاء الخارجي بواسطة رواد الفضاء، وحلت محلها سلسلة من الأقمار الصناعية المتخصصة، وتحمل تلك الأقمار أجهزة متخصصة غاية في الدقة والحساسية، متعددة الإغراض. ولكل نوعية من الأقمار مداراتها المتخصصة مثل الأقمار الصناعية (آرتس) و(لاندسات) و(سكاي لاب) و(ايتوس) ومستقبلا من مكوك الفضاء الأمريكي.. ولا يخفى

أن الأقمار الصناعية المطلقة إلى الفضاء تبقى به إلى ما شاء الله..

وأهم تلك الأقمار بالنسبة للمنطقة العربية هي (ارتس) و(لاندسات) وهي الأقمار الصناعية المتخصصة في الحصول على صور لسطح الأرض من الفضاء الخارجي، بغرض مسح ودراسة مصادر الثروة الطبيعية التعدينية والزراعية والبيئية، وهي تحصل على صورها بوسائل إلكترونية متقدمة لكل شبر من سطح الأرض، في سبعة مجالات ضوئية مختلفة لنفس المكان وفي نفس الزمان وهذه تسجل على القمر، ثم ترسل إلى محطات استقبال أرضية خاصة تقوم بتجميعها ووضعها على هيئة صور فوتوغرافية مختلفة. بل انه يمكن وضع بعضها فوق البعض الآخر، وإنتاج صور ملونة، تمتاز بدقتها المتناهية ومطابقتها للمعالم الأرضية الطبيعية، دون أدنى تشويه، مما يسهل معه مطابقتها على الخرائط المساحية الموجودة مسبقا لتلك الأماكن، ونقل هذه المعلومات إلى الخرائط، مع تصحيح بعض تلك الخرائط بمقياس رسم معين طبقا لتلك الصور..

ومما تجدر معرفته أن تلك الأقمار تمر فوق مناطق العالم المختلفة، وتقوم بتسجيل المعلومات والصور من نفس الزوايا ومن نفس المكان بدقة متناهية، مرة كل 18 يوما بصفة مستمرة، منذ عام 1972.. وستبقى كما قلنا إلى أن يشاء الله.. مما يتيح متابعة دراسة الظواهر الأرضية المتغيرة على فترات طويلة، لا تتيحها وسائل التصوير العادي من مركبات الفضاء، التي يكون لها عدد محدود من الدورات والساعات في مدارها حول الأرض، تنتهي بعده مهمتها..

وأخيرا فان تكنيك الاستشعار من البعد، ومدى أفادته في حالات التحري المعدني.. يعتبر تكنيكا مساعدا، ولا يمكن أبدا أن يكون بديلا.. فهو ببساطة يقول: هنا قد يكون.. ولكن يبقى القول الفصل للعالم الجيولوجي الخبير بعلم طبقات الأرض حين يزور المنطقة و يفحصها، ويحلل العينات منها، و يستفيد من الطرائق الأخرى للتحري والاستكشاف، والتي سنوالي ذكرها.

(ب) طرق البحث الجيوفيزيقية:

مع ازدياد الحاجة إلى المعادن، وتطور البحث عنها، ظهر حديثا علم الفيزياء الأرضية Geophysics وأصبحت طرق البحث الجيوفيزيقية

Geophysics prospecting لا غنى عنها في تحديد أماكن تجمعات الخامات المعدنية المتلفة، مهما اختلفت أعماقها.

وكذلك تنوعت وتعددت أجهزة البحث والقياس الحقلية المستخدمة، وبلغت دقتها وحساسيتها مبلغا كبيرا، وحبذا لو أننا عرفنا مصدر المصطلح جيوفيزياء. فالكلمة ذات شقين الأول: يعني الأرض، والثاني يعني الفيزياء. ومن يعمل في ذلك المجال يسمى جيوفيزيقيا، و يبحث في دراسة الخواص والظواهر الطبيعية لكوكبنا الأرض في البر والبحر، على اليابسة وفي باطن الأرض. وبالرغم من أن هذا العلم قد استحدث منذ زمن قريب بالنسبة لباقي العلوم إلا أنه أصبح من الأهمية بحيث أقيمت خلال عامي 1957- 1958 ما سمي بالسنة الدولية الجيوفيزيقية geoph year لدراسة طبيعيات الأرض والتغيرات التي تطرأ عليها بشكل عام، شاملة النواحي الميتورولوجية (رياح وحرارة وأمطار)، والمغناطيسية والجاذبية والهزات الأرضية، وتحركات التيارات المائية والثلجيات..

تلك هي النواحي العامة لهذا العلم، أما طرق البحث الجيوفيزيقية عن الخامات والرواسب المعدنية فتعتمد على دراسة الخواص الطبيعية للصخور والمعادن المختلفة، واستخدام هذه الخواص في وسائل مختلفة للكشف عنها. وأهم الخواص الطبيعية للصخور والمعادن هي. الخواص المغناطيسية والكثافة، والخواص الكهربية والمرونة.. ولكل منها طريقتها الخاصة، نتناولها هنا بشيء من التبسيط.

الطريقة المغناطيسية Magnetic Method of Prospecting

من المعروف أن بعض المواد لها خاصية المغناطيس، بمعنى أن تنحرف إبرة البوصلة المغناطيسية نحوها اقتربت منها، تلك المواد تسمى بالمواد المغناطيسية، مثل الحديد والنيكل وغيرهما.. و بشكل عام، تختلف التركيبات الجيولوجية عن بعضها في خواصها المغناطيسية، طبقا لما تحتويه من معادن.. وذلك هو أساس طريقة البحث المغناطيسي عن المعادن.. فان للأرض ككل مغناطيسية ومجالا مغناطيسيا يعطيها الخاصية التي تجعلها تبدو كما لو كانت تحوي بداخلها مغناطيسا قويا وكبيرا، يمر بمركزها. وقد عرفت هذه الظاهرة الطبيعية مبكرا في حياة الإنسان، حين وجد أن حجر

المغناطيس الطبيعي المعروف باسم «اللودستون» Loadstoneإذا علقت قطعة صغيرة منه، بخيط تعليقا هينا حتى يصير حر الحركة، فانه يتخذ دائما اتجاها ثابتا في المكان الواحد لا يحيد عنه مهما اختلفت طريقة التعليق، كما أن إبرة البوصلة المغناطيسية تأخذ اتجاه الشمال-الجنوب دائما في آي مكان على سطح الأرض، ولقد دلت التجارب العلمية التي استتبعت ثبوت تلك الظاهرة الطبيعية على أن للأرض قطبين مغناطيسيين قريبين من القطبين الجغرافيين-واللذين تدور الأرض حول المحور الواصل بينهما. كما أن للأرض مجالا مغناطيسيا تختلف شدته من نقطة إلى أخرى، تبعا لموقعها، أي وفقا لخط عرضها.

ذلك المجال المغناطيسي للأرض، يمكن قياس شدته عند أي نقطة. وكذلك أيضا يمكن تحليلها إلى قوتين أو مركبتين، هما المركبة الأفقية والمركبة الرأسية ومن ثم يمكن تحديد شدة المجال المغناطيسي عند أي نقطة على سطح الأرض بقياس هاتين المركبتين، وكذلك قياس زاوية الانحراف التي يصنعها اتجاه الإبرة في البوصلة، مع اتجاه الشمال الجغرافي عند الموقع. ويختلف مقدار كل عنصر من تلك العناصر الثلاثة باختلاف مكان قياسه على سطح الأرض.. بذلك أمكن رسم خرائط مغناطيسية لجميع أنحاء سطح الأرض تقريبا.

ولما كان باطن الأرض يحتوي على طبقات غير متجانسة من الصخور والتركيبات الجيولوجية المعقدة، كما أن بها العديد من الالتواءات والكسور الداخلية،كذلك فان بعض الصخور والتركيبات تحتوي مواد مغناطيسية،مثل أكاسيد الحديد والنيكل، فان ذلك يغير من شدة المجال المغناطيسي الأصلي للأرض ككل، فحيثما تكون القابلية المغناطيسية للصخور وما بها شديدة تزداد شدة المجال المغناطيسي الأصلي للأرض، كما يحدث هذا إذا اقتربت الطبقات الصخرية المحتوية على المواد المغناطيسية من السطح.

وحين نبدأ بتطبيق ذلك في التحري المعدني فعلينا أن ندرس المثل التالي: إذا اعتبرنا أي مساحة من الأرض محدودة، ولتكن عدة كيلومترات مثلا فان المجال المغناطيسي الأرضي يكون ثابتا في جميع أنحائها، طالما كانت طبقات القشرة الأرضية تحتها مستوية ومتجانسة، أما إذا اختل التجانس أو الاستواء أو التوزيع المعدني في الطبقات الصخرية، فان شدة المجال المغناطيسي إذا

قيست على السطح تختلف من نقطة إلى أخرى، فنراها تزداد فوق الصخور المحتوية على مواد مغناطيسية عنا في الأماكن الأخرى. هذا الاختلاف يعبر عنه علميا بالشذوذ المغناطيسي، و يقاس بوحدة قياس تسمى (جاما 9. هذه الوحدة هي المستخدمة في عمليات المسح المغناطيسي الحقلي للكشف عن المواد والخامات المغناطيسية الموجودة تحت سطح الأرض، وقد أمكن صنع أجهزة فائقة الحساسية، تتمكن من قياس 1 ,0 من الجاما. ومن البديهي القول بأن الطريقة المغناطيسية للكشف عن الخامات تعتمد أساسا على تواجد مواد مغناطيسية أصلا في باطن الأرض، مثل خامات الحديد بأكاسيده المختلفة والمنتشرة في بعض تكوينات القشرة الأرضية على هيئة ماجنتايت Magnetite أو المنايت Ilmenite أو هيماتايت Hematite والتي ينشأ من وجودها اختلاف في شدة المجال المغناطيسي الأرضي حال قياسها عند السطح، من نقطة إلى أخرى، مما يظهر معه ما عبر عنه بالشذوذ المغناطيسي.

ومن التركيبات الجيولوجية التي يمكن الكشف عنها بهذه الطريقة المواد المغناطيسية إذا ما تواجدت على هيئة أعمدة أو عروق رأسية تحت سطح الأرض. كذلك يمكن معرفة الكسور الداخلية Taults التي تحدث في طبقات القشرة الأرضية نتيجة لعدم تجانس درجات الحرارة في باطن الأرض، الأمر الذي ينتج عنه تقلصات في القشرة الأرضية، كما تحدث، نتيجة للهزات والزلازل الأرضية، تلك الكسور الداخلية ينشأ عنها ارتفاع لبعض الطبقات الأرضية، وانزلاق للبعض الآخر فوقها-بالنسبة لما يناظر كلا منهما- عبر مستوى الكسر الذي قد يكون رأسيا أو مائلا. فإذا نظرنا إلى (شكل 6: أ) فإننا نرى انزلاق طبقات القشرة الأرضية اليسرى، إلى أسفل وارتفاع نظائر كل منها إلى أعلى، في الجهة اليمنى على مستوى الكسر. وبالتالي نجد الطبقة (أ) مثلا في الجهة اليمنى قد اقتربت من السطح عن مثيلتا في الجهة اليسرى، وبالمثل، باقي الطبقات ب، ج، .. فإذا كانت الطبقة (ا) مكونة من مواد مغناطيسية فان شدة المجال المغناطيسي عند السطح تكون قيمته أكبر في الجهة اليمنى عنه في الجهة ليسرى. وعلى هذا فمنحنى شدة المجال عبر الكسر يكون، كالمبين في (شكل 6: ب). وبالتالي فللكشف عن مثل هذا الكسر في القل تقاس شدة المجال في نقط مختلفة على

السطح، حيث يظهر شكل الشذوذ المغناطيسي السالف الذكر. أما إذا رسمت الخطوط الكنتورية للمنطقة، فإنها لا تكون على هيئة منحنيات مقفلة، بل تتوقف أنصافها أو أجزاء منها على خط واحد هو مسقط الكسر أو امتداد مستوى الكسر إلى سطح الأرض كما في الشكل.

ولماذا الكشف عن مثل تلك الكسور؟.. ذلك لأن تلك الكسور الداخلية تكون من الأهمية بمكان، في البحث عن البترول مثلا إذ أنها تعتبر من أحسن التكوينات الأرضية الملائمة لتجمعات البترول تحت ظروف خاصة.

كذلك من التركيبات التي تكشف عنها الطريقة المغناطيسية، الالتواءات Toldings في الطبقات الداخلية فليست كل الطبقات المكونة للقشرة الأرضية مستوية وأفقية، وإنما قد تلتوي فتكون مقعرة أو محدبة، وذلك نتيجة لتقلصات القشرة الأرضية عبر الزمان الطويل، و ينشأ عن تلك الالتواءات اقتراب جزء من الطبقات الصخرية من السطح، عند قمة الالتواء عن باقي أجزائها الموجودة في طرفيه. فإذا احتوت إحدى هذه الطبقات على مواد مغناطيسية فانه من المتوقع أن تكون شدة المجال المغناطيسي فوق قمة الالتواء اكبر منها عند طرفيه، بحيث يعطي شذوذا يحدد شكل وعمق التكوين.

وتستخدم الطريقة المغناطيسية لنبحث عن الخامات والرواسب المعدنية أجهزة تسمى مغناطومترات، في العادة يخف حملها ليسهل استخدامها في الحقل.. ولكن منذ أواخر الحرب العالمية الأخيرة أصبحت عملية المسح المغناطيسي لا تقتصر على قياس شدة المجال المغناطيسي والاختلاف فيه عند سطح الأرض، بل أمكن استخدام الطريقة المغناطيسية للتحري عن المعادن من الجو بواسطة الطائرات، وثمة فوائد كبيرة لهذه الطريقة، منها:

1- سرعة إنجاز القياسات الحقلية، في وقت أقصر كثيرا منه على سطح الأرض مما يقلل نفقات البحث.

2- يمكن بهذه الطريقة التحري عن الخامات في الأماكن التي يتعذر الوصول إليها.

3- من المعروف أنه كلما بعدنا عن سطح الأرض، أي بعدنا عن المصدر المغناطيسي، تناقصت شدة المجال الناشئ منه، ولذلك ستقل أو تنعدم تأثيرات بعض المواد المغناطيسية الضعيفة والقليلة الفائدة والأهمية

الاقتصادية، ومن ثم لا تكون هناك تداخلات ولا تباينات مع الخامات الأكثر أهمية عند قياس شدة المجال.

وتتم عملية المسح الجري المغناطيسي هذه بتسجيل مستمر للتغيرات في شدة المجال المغناطيسي خلال الطيران، وذلك على أجهزة تسجيل خاصة متصلة بأجهزة القياس المركبة في الطائرة. ونظرا لسرعة العملية نفسها ودقتها، فإنها تحتاج إلى أخصائيين مدربين في فروع الفيزياء والإلكترونيات وكذلك إلى طيارين مهرة ذوي دربة على الطيران المنخفض نسبيا عن معدل الطيران العادي المعروف، وأن يكونوا قادرين على الإقلاع والهبوط من مسافات قصيرة، ليكون الطيران عبر تكوين مغناطيسي معين.

طريقة الجاذبية Gravimetric Method

تختلف المواد عامة باختلاف كثافاتها، بحسب تركيبها وتركيز ما بها من مادة. فالمعادن مثلا أثقل من الصخور بوجه عام، والصخور النارية أثقل من الصخور الرسوبية. ومن اختلاف كثافات الصخور في باطن الأرض نشأت طريقة الجاذبية لمعرفة تركيب طبقات القشرة الأرضية، وما بها من تكوينات داخلية والتواءات. ويبين (جدول-7) كثافة بعض الصخور والمعادن المختلفة:

المادة	الكثافة (جم/سم^3)	المادة	الكثافة (جم/سم^3)
صخور طفلية وطينية	1.8-1.2	ماجنيتايت (أكسيد حديد)	5.2-5.0
صخور رسوبية	2.3-1.8	المنايت (أكسيد حديد)	5.9-5.4
حجر رملي	2.5-2.0	الحديد	7.8-7.3
حجر جيري	2.7-2.5	النحاس	8.9-8.8
جرانيت	3.3-2.5	الفضة	11.1-10.1
بازلت	3.7-3.5	البلاتين	19.0-44.0
كوارتز	3.7-3.5	الذهب	19.3-15.6
هيماتايت (أكسيد حديد)	5.3-4.9		

جدول-7 كثافة بعض الصخور والمعادن

إن سقوط الأجسام إلى الأرض إذا تركت بدون عائق أمامها يحدث وفقا لقانون الجاذبية الذي وضعه العالم الفيزيائي الرياضي ((نيوتن)) Newton والذي ينص في صورته العامة على أن: جميع الأجسام تتجاذب فيما بينها بقوة تتناسب طرديا مع كتلتها، وعكسيا مع مربع المسافة بينها، والأرض بالنسبة لأي جسم تعتبر الجسم الثاني، وكتلة الأرض كبيرة جدا بالنسبة لأي جسم آخر، ولذلك فان قوة الجاذبية الأرضية تتفوق على أي تجاذب بين الأجسام مع بعضها، و يكون السقوط أخيرا على الأرض.. الأرض أذن تجذب جميع الأجسام إليها بقوة جاذبيتها التي تتوقف بجانب كتلتها على بعد الجسم من مركز الأرض، ونظرا لأن أرضنا ليست كاملة الكروية، بل هي مفرطحة عند قطبيها، ومنبعجة عند خط الاستواء، فان نصف قطرها القطبي أقل من نصف قطرها الاستوائي بحوالي 55 كيلومترا.

وعلى هذا فان قوة الجاذبية الأرضية على سطحها عند القطبين اكبر منها عند خط الاستواء وفيما بينهما يتوقف مقدار الجاذبية الأرضية على خط عرض المكان، فتزداد قيمتها تدريجيا ابتداء من خط الاستواء، لتبلغ نهايتها القصوى عند القطبين. من هنا أمكن افتراض أن عملية الجاذبية في أي منطقة صغيرة ومحدودة تكون واحدة في جميع أجزائها. ويكون ذاك الافتراض صحيحا إذا اعتبرنا الأرض مكونة من مواد وصخور متجانسة في جميع طبقاتها، وفي جميع أنحائها. لكن الحقيقة غير ذلك كما بينا سابقا، بحسب اختلاف الكثافات والتكاوين، ومن ثم تختلف قيمة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض اختلافا طفيفا من نقطة إلى أخرى، في أي مساحة محدودة، وذلك بالنسبة لكثافة ما تحتها من صخور، فهي تزداد عن معدلها في المنطقة إذا كانت الكثافة كبيرة، وتقل إذا قلت الكثافة.

وهكذا، فبقياس عجلة الجاذبية على سطح الأرض في نقط مختلفة يمكن التعرف على أماكن الالتواءات الداخلية، حيث تكون شدة الجاذبية اكبر ما يمكن فوق قمة التكوين الجيولوجي نتيجة لاقتراب الطبقات الاقدم والاكثر كثافة من السطح عند قمة الالتواء، وكذلك الحال في الكسور الداخلية، حيث تزداد شدة الجاذبية. فوق الجهة التي تقترب طبقاتها من السطح، نتيجة انزلاق الطبقات الصخرية فوق مستوى الكسر.

وتقاس الجاذبية في حالات البحث عن المعادن بوحدة تسمى ميلليجال

Milligol، أما الأجهزة المستخدمة فتسمى أجهزة جرافيمتر gravimeter ص وهي في العادة بالغة الحساسية سهلة الحمل، يماثل بعضها حجم وعاء الترموس الكبير ووزنه بضعة كيلوجرامات، وتستخدم بعض الأجهزة من داخل سيارة المسح الحقلي بجانب الراصد الذي يباشر مهمته وهو جالس في مكانه توفيرا للجهد وكلفة التحري.

وتقوم الآن محاولات لاستخدام مثل تلك الأجهزة بالطائرات للقياس من الجو، ويستلزم ذلك قطعا بعض التعديلات. وفي هذه العملية ترسم الخرائط الكنتورية بعد تصميمات الارتفاع عن سطح الأرض، وتأثير التضاريس السطحية الموجودة بمنطقة التحري. ومن هذه الخرائط يستدل على مناطق الشذوذ فيها والتي إذا توافرت عوامل جيولوجية خاصة يمكن الاستدلال على أماكن تجمعات المعادن بوجه عام، لثقلها النسبي عن باقي الصخور. كما تستخدم هذه الطريقة بنجاح في الكشف عن البترول، وتحديد أعماقه تحت سطح الأرض.

الطريقة السيسمية: Seismic Method

تعتبر الطريقة السيسمية واحدة من أهم الطرق الجيوفيزيقية المستخدمة بنجاح في التنقيب عن البترول، لما لها من القدرة ليس فقط على تحديد أماكن تجمعات البترول وبعض المعادن، بل يمكن بواسطتها أيضا تحديد أعماق الطبقات الحاملة للخامات، المراد التنقيب عنها، مما يسهل كثيرا عملية استخراجها.

وقبل شرح هذه الطريقة لابد من الحديث عن بعض الظواهر الطبيعية التي نشاهدها في حياتنا اليومية، فكلنا يعلم أنه إذا أطلق مدفع بحيث يمكن مشاهدته عن بعد، فإننا نرى أولا لهب الإطلاق، ثم بعد فترة قصيرة نسمع صوت المدفع، ويرجع هذا الفرق الزمني بين لحظة الإطلاق ولحظة سماع صوت المدفع إلى أن كلا من ضوء المدفع وصوته ينتشر من المصدر على هيئة موجات بسرعتين مختلفتين في الهواء، فسرعة الضوء تفوق كثيرا سرعة الصوت، وبالتالي تأخذ الأمواج الصوتية الصادرة عن المدفع زمنا اكبر قبل الوصول إلى أذن السامع. وكلما بعد المصدر الصوتي عن مكان سماعه، كلما زاد الزمن اللازم للأمواج الصوتية المصادرة منه لوصولها

إلى السامع.

وظاهرة أخرى، ظاهرة صدى الصوت.. فإذا ما كنا في الخلاء بالقرب من سفح جبل، وأحدثنا صوتا عاليا فإننا بعد فترة نسمع تكرارا لما صدر عنا من أصوات. وتفسير ذلك أن الصوت عند انتشاره في الهواء واصطدامه بالجبل، ينعكس منه ليرجع إلينا مرة أخرى بعد زمن قصير، تماما مثل انعكاس الضوء من سطح عاكس.

كذلك من خواص الأمواج الصوتية الأخرى المماثلة لخواص الأمواج الضوئية ظاهرة الانكسار، فانه مثلما تعاني الأشعة الضوئية انكسارا عند نفاذها من وسط لآخر، فان الأمواج الصوتية تحيد عن طريقها المستقيم الذي تنتشر فيه-في وسط ما عند نفاذها إلى وسط آخر، لتنتشر في خط آخر، ويتوقف نوع ومدى الانكسار على كثافة وطبيعة الأوساط التي تنفذ منها.

وكما أن الصوت ينتشر في الهواء بسرعة معينة فانه ينتشر في المواد الصلبة والسائلة بسرعات مختلفة، تتوقف على نوع الوسط الذي ينتقل خلاله. أي أنه يمكن أن ينتشر خلال صخور وطبقات القشرة الأرضية بسرعات تختلف باختلاف طبيعة الصخور.

تلك كانت الأساسيات التي قامت عليها الطريقة السيسمية للكشف عن المعادن.. فسرعة انتشار الموجات الصوتية عبر الصخور والمواد المختلفة تتوقف على مرونتها ومدى تركيز المادة فيها، فمثلا نجد أن سرعة انتشار الصوت في الصخور النارية (صلدة) اكبر منها في الصخور الرسوبية (أقل صلادة)، كما أن سرعتها في المعادن تفوق كثيرا مثيلتها في السوائل، و يتضح ذلك من جدول-8 لسرعة الموجات الصوتية في بعض الصخور:

الصخر	سرعة الصوت (قدم/ثانية)	الصخر	سرعة الصوت (قدم ثانية)
الطمى	8000-6000	الحجر الجيري	18000-16000
الطفل	13000-6000	الجرانيت	19000
الحجر الرملي	13000-8000	البازلت	20000
الملح الصخري	17000-15000		

والآن فلنتصور مصدرا صوتيا ناشئا من انفجار كمية من الديناميت مثلا، موضوعة في حفرة بالقرب من سطح الأرض، ولتكن النقطة (ج)في شكل-7 ينشأ عن هذا التفجير انطلاق موجات صوتية، تنتشر معنا في جميع الاتجاهات، بسرعة معينة تتوقف-كما بينا سابقا-على كثافة وطبيعة الطبقة الصخرية العليا (أ) التي بدأت في الانتشار فيها. فإذا ما صادفت هذه الموجات طبقة أخرى مثل الطبقة (ب) تختلف عن الأولى في خواصها، فإنها تعاني انكسارا عن مسارها الأول عند السطح الفاصل بين الطبقتين. ونظرا لازدياد كثافة الطبقات الصخرية كلما زاد عمقها من السطح-بالنسبة لازدياد الثقل فوقها بتراكم طبقات فوقها طبقات مما يجعلها اكثر صلابة- فان انكسار الموجات الصوتية عند نفاذها إلى الطبقة (ب) يتجه إلى الخارج، وفقا لقوانين معينة. فالموجة (ج ن) تتكسر في الاتجاه (ن د أ) و بالمثل باقي الموجات الصادرة من النقطة (ج). وثمة موجة منها هي (ج ن) تتكسر في الاتجاه (ده)موازيا للسطح الفاصل بين الطبقتين. وهذه تعاني انكسارا مرة أخرى إلى أعلى، لتنفذ خلال الطبقة العليا (أ) في الاتجاه (هو)، وبالتالي تصل إلى السطح ثانية عند النقطة (و) بعيدا عن مكان التفجير(ج) بعد فترة زمنية من بدء لحظة التفجير. وهكذا يحدث لبعض الموجات الأخرى التي ترتد ثانية إلى السطح بعد أن تعاني عدة انكسارات خلال الطبقات المختلفة، وبوضع أجهزة التقاط حساسة أشبه بالسماعات، تسمى جيوفون geophone على استقامة واحدة مع نقطة التفجير على سطح الأرض، فان كلا منها بسجل لحظة وصول الموجات المتجهة إليها، سواء المباشرة الواصلة إليها موازية للسطح مباشرة بدون انكسار، أو المرتدة إليها بعد انكسارها من السطوح الفاصلة بين الطبقات الصخرية المختلفة و يظهر أثر هذه الموجات على أجهزة الالتقاط، على هيئة اهتزازات طفيفة جدا، ومن ثم تتصل هذه الأجهزة بمكبرات إلكترونية، لتنقل الاهتزازات إلى جهاز تسجيل، حيث تسجل على أوراق خاصة، جنبا إلى جنب مع بقية الاهتزازات، الصادرة عن التفجيرات المتعددة، وكذلك لحظات وصول الموجات إلى كل منها.

وبمقارنة الزمن الذي يقضي بين لحظة التفجير ولحظة وصول كل موجة إلى كل نقطة، مع معرفة المسافة بين نقطة التفجير ومواضع أجهزة الالتقاط، يمكن بعمليات حسابية تحديد سمك الطبقات التي تخترقها،

وتنفذ فيها الموجات الصوتية الناتجة عن الانفجار، كل على حدة. ومع الإلمام ببعض الظروف الجيولوجية الملائمة لتكوين خام في طبقة ما، فانه يمكن تحديد أماكن تجمعات تلك الخامات، وأعماقها، بواسطة الطريقة السيسمية قبل التنقيب عنها.

ومنطقيا، كلما زادت قوة التفجير كلما زاد العمق الذي يمكن للموجات الصوتية أن تنتشر فيه، و بالتالي تتسع مساحة منطقة التحري، لتشمل عدة كيلومترات مربعة. أما كمية المتفجرات اللازمة لمثل تلك الطريقة فيتراوح ما بين بضعة كيلوجرامات وعشرات الكيلوجرامات، كذلك تستلزم العمليات الحسابية المصاحبة دقة وحساسية بالغة لحساب الأزمنة التي تنقضي بين لحظة التفجير و بين لحظة الوصول إلى نقط الالتقاط على السطح، إذ أنها لا تتجاوز أجزاء صغيرة من الثانية، أو بضع ثوان فقط.. وعلى هذا، يقاس الزمن في هذه الحالة بدقة تبلغ جزءا من ألف جزء من الثانية بواسطة أجهزة خاصة، تسجل تلقائيا الأزمنة المختلفة على أوراق خاصة للتسجيل.

ولزيادة قوة التفجير والاستفادة منها إلى أقصى حد تحفر حفرة على عمق صغير من السطح، لتوضع فيها المادة المتفجرة، ثم تغطي بطبقة من الطمي، حتى تمنع انتشار بعض موجات التفجير إلى أعلى في الهواء. وثمة فائدة أخرى إذ يتخلص بذلك من تأثير الطبقة الترابية الرقيقة، الموجودة عند السطح، والتي تحدث تداخلا لا مبرر له مع تأثير باقي الطبقات الجيولوجية

. وكما استخدمت طريقة انكسار الموجات، يمكن استخدام طريقة انعكاسها.

الطريقة الكهربية Electric Method

يجب أن نعلم سلفا أن الصخور والمعادن تختلف بعضها عن البعض الآخر في شدة توصيلها أو ممانعتها لسريان الكهرباء فيها. فالمعادن بوجه عام جيدة التوصيل للكهرباء، أما الغالبية العظمى للصخور فهي رديئة التوصيل للكهرباء. ويختلف مدى مقاومتها الكهربية باختلاف تكوينها، كما يتضح من:

المادة	المقاومة النوعية	المادة	المقاومة النوعية
ماجنيتايت	0.1 - 0.6	الطفل	$10^{3} - 10^{5}$
جرافيت	0.03	المايكا	1.3×10^{5}
ملح صخري	$3\times10^{3} - 5\times10^{3}$	الحجر الرملي	$7\times10^{3} - 7\times10^{5}$
حجر جيري	1.8×10^{4}	الجرانيت	$10^{6} - 10^{8}$

جدول (9) المقاومة الكهربية لبعض الصخور

بناء على تلك الأساسيات، وضعت الطريقة الكهربية لتستخدم على نطاق واسع و بنجاح في التحري عن مصادر المياه الجوفية في الصحارى، حيث يعز الماء وتصبح الحاجة إليه شديدة، كما تستخدم في الكشف عن خامات الفلزات المعدنية، مثل النحاس والرصاص والزنك.. الخ. فمن المبادئ الأولية المعروفة أنه إذا وصل بين طرفي بطارية كهربية أو مصدر كهربي بسلك، فان التيار الكهربي يسري خلال السلك من القطب الموجب للبطارية إلى القطب السالب، وتتوقف شدة سريان التيار الكهربي على نوع مادة السلك، وكذلك المواد تختلف في شدة توصيلها الكهربي تبعا لنوعها، أو خواصها الكهربية. وكما تسري الكهرباء خلال المعادن، تسري خلال الصخور والتكاوين الجيولوجية، ولكن بدرجة ضعيفة نظرا للمقاومة الكهربية الكبيرة لأغلب الصخور، مثل الحجر الجيري والرمل الجاف.

على هذا، تتلخص الطريقة الكهربية في إمرار تيار كهربي خلال قطبين كهربيين مثبتين على عمق قليل داخل القشرة الأرضية، فيسري التيار من أحد القطبين (الموجب) عبر طبقات القشرة الأرضية إلى القطب الآخر(السالب) وبالطبيعة تختلف شدة سريانه خلال تلك الطبقات تبعا لنوعية توصيلها أو مقاومتها الكهربية، فالصخور المحتوية على خامات ورواسب معدنية تكون حتما مقاومتها الكهربية صغيرة، وبعبارة أخرى تكون شدة توصيلها للكهرباء اكبر. و يقاس تأثير الطبقات الصخرية المار فيها التيار الكهربي بقياس ما يتولد عنه من فارق الجهد الكهربي بين نقطتين

على السطح، وذلك بواسطة جهاز يسمى فولتميتر voltmeter، وعلى ذلك تكون متطلبات هذه الطريقة على النحو البادي من شكل-8.

وكلما بعدت المسافة بين القطبين الكهربيين المار فيهما التيار، كلما زاد العمق الذي يصل إليه التيار الكهربي، و بالتالي يزداد عدد الطبقات التي يمكن قياس مقاومتها الكهربية، وفي هذه الحالة لا بد من زيادة شدته حتى يمكن قياس تأثيره عند السطح. وقد تعددت الطرق المستخدمة في عمليات المسح الحقلي الكهربي، فمنها ما يستلزم تثبيت المسافة بين الأقطاب الكهربية الأربعة المستخدمة، ونقل المجموعة بكاملها من مكان لآخر، على استقامة واحدة مع قياس فارق الجهد الكهربي الناشئ في كل مكان، وحساب المقاومة الكهربية فيه مع الاحتفاظ بشدة التيار المستخدم ثابتة، ومنها ما تكون فيها جميع القياسات فوق نقطة ثابتة-هي منتصف مجموعة الأقطاب الأربعة-و يزداد البعد بين الأقطاب تدريجيا، مع بقاء المسافات بينها متساوية في كل حالة.

وثمة بعض الصعوبات التي تعترض هذه الطريقة الكهربية، للتحري المعدني، خصوصا عند استخدامها في المناطق الشديدة الجفاف، مثل الصحاري، إذ قد يحدث ألا يستطيع التيار أن يسري بين القطبين الكهربيين بالنسبة للمقاومة الكهربية العالية للرمال والأتربة الموجودة على سطح الأرض، مما يتعذر معه وجود نقط اتصال جيدة بين الأقطاب و بين الأرض. وفي هذه الحالة ولزيادة كفاية الطريقة، وسهولة تشغيل أجهزة القياس والتسجيل، يزاد عمق الحفرة التي توضع فيها الأقطاب الكهربية، وقد تغمر بالمياه والطين أن أمكن، لكي يوجد سطح تلامس جيد بين الأقطاب و بين الأرض. ومن الطريف أنه إذا تواجدت بعض الأشجار في مناطق التحري يدق القطبان الكهربيان داخل جذوعها للحصول على نتائج مرضية.. لماذا ؟ لأن الأشجار بالطبيعة تمتد جذورها داخل الأرض إلى أعماق يمكن معها ضمان وجود اتصال كهربي بين القطبين،. بين الأرض.

والطريقة الكهربية للتحري تعتبر طريقة اكثر فعالية من غيرها في البحث عن المياه الجوفية التي تسري خلال طبقات القشرة الأرضية المسامية قاطعة مسافات قد تمتد لمئات الكيلومترات حتى تتجمع في مكان ملائم. ويحدث ذاك التجمع عادة حين يقابل ذلك السريان المائي، خلال الصخور

المسامية، صخورا صلدة لا تستطيع المضي عبرها، فتتجمع أمامها المياه، مكونة مستودعا داخليا كبيرا وفي حالات أخرى، تتجمع تلك المياه الداخلية عند وجود طبقات طفلية أو طينية غير مسامية تمنع ذاك التسرب.. ونظرا لذوبان بعض أملاح الصخور، التي تخترقها تلك المياه، فان الطبقات المسامية الحاملة لها تصبح جيدة التوصيل الكهربي، وبالتالي يمكن الكشف عنها بعملية المسح الكهربي التي نتحدث عنها.

الطريقة الإشعاعية :Radioactive Method

من الحقائق الثابتة أن بعض العناصر تطلق تلقائيا إشعاعات من داخل نواة ذراتها. وتسمى تلك العناصر بالمواد المشعة، وأهمها عناصر الراديوم واليورانيوم والثور يوم والليثيوم، وقد زاد الاهتمام بتلك العناصر بعد اكتشاف العالم الفيزيائي (كوري) وزوجته لخصائص عنصر الراديوم الإشعاعية. منذ ذلك الحين استحوذ موضوع العناصر المشعة على بال العلماء بقصد ترويض ما بها من قوة هائلة، واستخدامها في الأغراض السلمية، كمصدر طاقة، خدمة للبشرية.. و يطلق على مجموعة المواد المشعة اسم المواد أو العناصر الثقيلة نظرا لكبر وزنها الذري، فهي توجد في آخر قائمة الجدول الذري، الذي يشمل جميع العناصر المعروفة، ابتداء من غاز الأيدروجين ثم الهليوم..

والظاهرة الإشعاعية، في حد ذاتها، يمكن تفسيرها تفسيرا مبسطا: على النحو التالي: العنصر، يتكون من ذرات.. كل ذرة لها نواة، تدور حولها إلكترونات (سالبة التكهرب)، النواة تتكون من بروتونات (موجبة التكهرب)، ونيوترونات (متعادلة التكهرب)، الذرة في مجموعها تكون متعادلة كهربيا، بمعنى أن مجموع الشحنات السالبة على الإلكترونات تساوي مجموع الشحنات الموجبة الموجودة في النواة. وعدد البروتونات يساوي عدد الإلكترونات في الحالات الطبيعية، هذا العدد يسمى الرقم الذري للعنصر، وهو الذي يحدد العنصر وترتيبه في الجدول الدوري.

معنى ذلك أن العناصر تختلف بعضها عن البعض الآخر بعدد البروتونات في الذرة.. فمثلا:-

الأيدروجين، تحتوي نواة ذرته على بروتون واحد، يحيط به إلكترون

واحد.. ومن ثم فرقه الذري واحد..

الهليوم، تحتوي نواة ذرته على بروتونين اثنين، يحيط بهما إلكترونان اثنان.. ومن ثم فرقمه الذري اثنان..

وهكذا، حتى نبلغ اليورانيوم، فرقمه الذري 92.

والبروتون، عادة اثقل وزنا، من الإلكترون (1845 مرة قدر وزن الإلكترون) لذلك، فان وزن النواة يعبر عنه بالوزن الذري للعنصر، وتؤخذ وزن ذرة الأيدروجين كوحدة..

وهكذا، تتدرج الأوزان الذرية للعناصر، ابتداء من الأيدروجين (الوحدة) إلى أن نبلغ اليورانيوم ووزنه الذري 238.

وكما قلنا آنفا تتكون نواة العناصر الثقيلة من عدد كبير من البروتونات (لأن رقها الذري كبير) وهي ذات كهربية موجبة متجمعة في حيز النواة الصغير، وكما نعلم فان الشحنات الموجبة متنافرة مع بعضها. وفي هذه الحالة فان التنافر يزداد بازدياد عدد البروتونات، أي بازدياد الرقم الذري للعنصر .والتنافر عادة يدعو للإفلات، ولكن في حالتنا هذه يمنع ذاك الإفلات قوة أخرى تسمى الجاذبية الناشئة من كتلها حسب قانون الجاذبية العام. ذلك التنافر الكبير مع التجاذب، يسبب حالة عدم استقرار في نواة العناصر الثقيلة.

وحالة عدم الاستقرار لا تدوم طويلا بالطبع.. إذ لا تلبث أن تتغلب قوة التنافر على قوة التجاذب، و ينفلت من داخل النواة واحد من بروتوناتها.

عندئذ يقل العدد.. أي يقل الرقم الذري..

وطالما أن لكل عنصر رقما ذريا واحدا..

إذا فتغيير الرقم الذري يؤدي إلى تغيير في العنصر ذاته..

أي أنه يتحول إلى عنصر آخر، حسب الرقم الذري الجديد الذي تصبح عليه النواة..

وقد لا يكون الانفلات لبروتون واحد.. وإنما يتكرر الانفلات.. فتتكرر التحولات للعنصر تدريجيا وتلقائيا وعلى مر الوقت من عنصر لآخر حتى يصل إلى أول العناصر المستقرة في الجدول الدوري، وهو عنصر الرصاص.. وقد تطول تلك التحولات لمئات السنين، وقد تقصر إلى بضع ثوان، بحسب طبيعة العنصر ذاته..

المهم هنا.. إنه يصحب تلك التحولات الناتجة عن انفلات البروتونات من نويا ذرات العناصر القليلة غير المستقرة كما أوضحنا-نقول-يصحبها انطلاق إشعاعات مختلفة، أمكن اكتشافها ودراستها وتقسيمها إلى أنواع ثلاثة هي: أشعة «بيتا» Beta و«ألفا» Alfa ثم «جاما» Jamma وهي أشدها قوة ونفاذا وسرعة.

بمعرفة تلك الأساسيات أمكن صنع أجهزة يمكن بواسطتها الكشف عن تواجد تلك الإشعاعات، ومعرفة مصدرها. اكثر تلك الأجهزة شيوعا ما تعرف بعدادات (جيجر) geiger Counters التي تنوعت أشكالها وأحجامها، ابتداء مما يشبه القلم إلى حجم صندوق متوسط يمكن حمله في الحقل، وبه يمكن الكشف عن المواد المشعة الموجودة بالقشرة الأرضية. كما توجد أجهزة أخرى تسمى سنتيلومتر seintilometer وهي اكثر حساسية، وتستخدم في الكشف عن المواد المشعة من أبعاد كبيرة، ومن الجو بواسطة الطائرات.. وبذلك يمكن التحري عن العناصر المشعة في القشرة الأرضية

(ج) أعمال المسح الجيولوجي السطحي:

المسح الجيولوجي اصطلاح علمي يعني في شموله العمل الجيولوجي في الحقل. وان شئنا تخصيصا، فهو رفع الخرائط الحقلية أو هو الفحص المنظم لأي إقليم، بغرض الحصول على معلومات وبيانات جيولوجية. تلك البيانات والمعلومات الجيولوجية، قد تكون لغرض علمي بحث، أو تكون بهدف اقتصادي. ومن الحقائق المؤكدة لدى علماء طبقات الأرض، أنه كلما اتسع مدى الدراسات الحقلية، كلما زادت دقة وكفاية النتائج، وذلك لان العلاقات المتبادلة في الجيولوجيا عديدة ومتداخلة. ، وثمة حقيقة أخرى، هي أنه كلما اتسع وتنوع التدريب الجيولوجي كلما زادت كفايته في تحليل أية مسألة تتعلق بطبقات الأرض، سواء كانت نظرية أم عملية..

بناء على ذلك فان المسح الجيولوجي يعتبر أساسا لكل أنواع الدراسات الجيولوجية، و بكافة أغراضها. فهو على سبيل التمثيل يساعد في تحديد مواقع المشروعات كالكباري والقنوات المائية والخزانات والسدود وإنشاءات أخرى كثيرة، مع تقديرات لتكاليف الإنفاق فيها والمسح الجيولوجي كذلك يقدم معلومات قيمة لعمليات التحري والاستكشاف المعدني والحجري،

ولإنتاج زيت البترول والغاز.. ومن مميزاته الأكيدة أنه يحدد موقع مصادر المواد الخام، ونوعيات الترتبات الزراعية. وأخيرا وليس أخرا، فهو يقدم للعلماء حقائق وبيانات يمكنهم بها أن يفسروا التراكيب المختلفة، في القشرة الأرضية وتاريخ الكرة الأرضية ذاتها..

ومن البديهي القول بأن أعمال المسح الجيولوجي تتباين وتختلف في إمكانياتها وصعوباتها من مكان إلى مكان بحسب الظروف والتضاريس. و يشمل العمل الجيولوجي الحقلي عادة:

1- دراسة وتفسير الصخور والأشكال الطبوغرافية.. الخ.

2- تعيين مواقع نقط، أو ظواهر الصخور، في مكان المسح..

3- توقيع هذه النقط والظواهر والبيانات الجيولوجية الأخرى على خرائط..

والمسح الجيولوجي بشكل عام يستلزم دراية وخبرة طويلة، حتى يكون القائم به متمكنا، و باحثا ناجحا.. فنواحي دراسة مظاهر الصخور مثلا عديدة ومتباينة، و يكفي أن نذكر ناحية منها هي المضاهاة في الحقل، فلكي يحصل الجيولوجي على نتائج دراسة حقلية سليمة، عليه مثلا أن يقوم بعمل أساسي، هو مضاهاة صحيحة للصخور الظاهرة على السطح أمامه، ويمكن للقارئ أن يدرك بسهولة أنه قد تنتج أخطاء جديدة وخطيرة حين تخطئ عين الجيولوجي في اعتبار أن طبقة معينة هي ذاتها طبقة أخرى، لظهورهما أمامه متشابهتين، ولكنهما في حقيقة الأمر على اختلاف جذري. و بشكل عام فان مضاهاة الصخور تتم على أسس منها: الصفات الصخرية (الليثولوجية)، والوضع الطبوغرافي، وطبيعة النباتات التي تنمو على الترتبات المتكونة، والتعاقب الاستراتيجرافي، ثم أخيرا المحتوى الحفري لتلك الصخور. وفي هذه الحالة الأخيرة فان هناك ما يعرف بالحفريات المرشدة، تلك التي تميز أفقا جيولوجيا معينا ولا توجد في سواه، وقد يكون لمثل تلك الحفريات المرشدة فائدة كبيرة في المضاهاة، ليس للأجزاء المختلفة الظاهرة من الطبقة الموجودة بها فحسب، ولكن أيضا للطبقات العلوية، والتي تحتها، والتي يمكن مقارنتها بالنسبة لهذه الطبقة. وأحيانا، تتميز الطبقة أو مجموعة طبقات بمجموعة من الحفريات بدلا من حفرية واحدة.

وكما أن هناك عمليات كثيرة لا يكون المسح الجيولوجي ناجحا إلا بها،

فان جمع العينات ودراستها معمليا يعد حقيقة مكملة لتلك الأعمال.. فكل ما يمكن أن نتعلمه عن طبيعة الصخور الحقيقية في الحقل قليل نسبيا. ولهذا فمن الضروري جمع العينات. ويجب أن يتمرن الشخص على الحكم أثناء القيام بها، فمثلا لا تؤخذ العينات اعتباطا، ولا من أماكن قد أصابتها عوامل الزمان من تجوية وتعرية، ولكن لابد من عينات (طازجة) كلما كان ذلك ممكنا. وذلك لأن تصنيف الصخر لا يمكن عمله دائما، من نتاج تحليله. والعينات في المعمل تدرس بالتحليل الكيميائي، وبالفحص المجهري، بعد أن تعد على شكل شرائح أو قطاعات رقيقة أو قطاعات مصقولة.

كذلك من أعمال المسح الجيولوجي. أخذ الصور بزوايا وأوضاع سليمة، فالصور هي أقوم الوسائل لتمثيل الأشكال الجيولوجية، وهي أسلم وسيلة لتسجيل الكثير من الملامح التي قد تهمل أولا تدرك كلية، و بالذات عند استخدام أفلام خاصة ومرشحات للأشعة بقصد الحصول على مناظر مجسمة (ستير يوسكوبية) شاملة. ومن مستلزمات الجيولوجي العامل بالمسح الجيولوجي البوصلة والشاكوش ومقياس الميل (الكينومتر) وميزان (لوك) وميزان (ابنى)، و بارومتر ومقياس ارتفاع (بولين) و باروجراف و بلانشيطة (أو لوحة رسم محمولة على حامل ذي ثلاث قوائم) بحيث يمكن إدارتها أفقيا عند إعداد البلانشيطة بدون تحريك الحامل، وأوراق بلانشيطة، واستاديا (قامة) والبداد تلسكوبي، وغير ذلك.. والهدف من كل ذلك بالطبع هو عمل الخرائط الجيولوجية.. و يتم عمل هذه الخرائط، كما هو الشأن في جميع أنواع الخرائط بواسطة تحديد وتوقيع مواقع بعض النقاط أو المحطات المختارة، ثم رسم التفاصيل كروكيا.

وهناك تعريف جيد للخريطة بأنها رسم كروكي مصحح بالمواقع. و يقال إن تلك النقط المختارة تحكم الخريطة وتسمى اتجاهاتها الأفقية، والمسافات بين الواحدة منها والأخرى بالتحكم الأفقي، وارتفاعاتها بالتحكمات الرأسية للخريطة.

وتختلف درجة الدقة التي يمكن أن تعمل بها خرائط الحقل اختلافا بينا فهناك مثلا خرائط استطلاعية، ذات درجة متواضعة في الدقة، وهناك خرائط تفصيلية، و يتطلب العمل فيها دقة اكبر ووقتا أطول لتغطية منطقة معينة يراد مسحها جيولوجيا تفصيليا، وعلى العكس من ذلك بالطبع، إذا

كان العمل استطلاعيا، ولكنه في ذات الوقت، يستلزم خبرة واسعة، ودراية عالية، وتدريبا تاما، وحكما سريعا على الأمور، وملاحظة دائمة.. ومن ألزم لزوميات الجيولوجي في الحقل-أي العامل في المسح الجيولوجي-كتابة المذكرات الجيولوجية الكاملة والدقيقة بحيث لا يكون هناك اعتماد على الذاكرة البتة، وبحيث يكون هناك مقدرة على التمييز بين الحقائق والنظريات.

وبشكل عام، فانه يمكن القول بأن هناك ست طرق رئيسية لعمل الخرائط الحقلية من بين طرق عديدة لا حصر لها، اعتمادا على عوامل مثل طبيعة الأرض وطريقة الانتقال، ودرجة الدقة المطلوبة في العمل، والتفصيلات الشخصية وآراء الجيولوجي ذاته.إلا أن معظم هذه الطرق ما هي إلا تغيرات في الطرق الرئيسية التي هي: طريقة البوصلة--طريقة الميزان--طريقة البارومتر--طريقة اللوحة المستوية (البلانشيطة)-طريقة عمل الخرائط من الجو، وتسمى بالخرائط الجوية، ثم طريقة عمل الخرائط بواسطة تطبيق الإلكترونيات.

وإذا أردنا أن نلمس هنا إحدى تلك الطرق لمسا هينا سنختار طريقة عمل الخرائط الجوية أو بمعنى آخر الاستكشاف الجوي. وهي طريقة تسهل إلى حد كبير الفحص السريع لمنطقة ما من الجو، بحيث يمكن اختيار المواقع التي يتم ارتيادها على الأرض، و بخاصة في الأماكن التي تقل فيها الطرق و يعز الوصول إلى كثير من مواقعها. بجانب ذلك فالاسكتشاف الجوي يسهل رؤية الملامح الجيولوجية رؤية كاملة، بعين طائر، وهي أيضا رؤية جيدة إلى حد معقول.. وفي هذا الاستكشاف الجوي يتحكم في الطائرة قائد ذو خبرة. و يتم المسح بواسطة جيولوجي يزود بخريطة أساس، يرسم عليها كروكيا ما يرغب في تسجيله من ملامح. وهو يقوم بالملاحظة بالنظر ويسمى علم وفن التصوير الدقيق للملامح السطحية للأرض من طائرة بالتصوير الجوي Aerial photography والصور المأخوذة بهذه الطريقة هي صور جوية وعلم الحصول على مقاييس يعتمد عليها للمسافة الأفقية، والاتجاه والارتفاع، بواسطة التصوير الجوي، هو المساحة التصويرية الجوية. ومع أنه ليس من الضروري أن يكون الجيولوجي ذاته عالما بالمساحة التصويرية، إلا أنه ينبغي له أن يعرف شيئا عن مجال هذا

العلم. واستعمالات التصوير الجوي لا حصر لها.. ومن بينها ما يدخل في مجالنا هنا، مجال صناعة التعدين.. فالصور الجوية تعطي الجيولوجي فكرة مقدما عما هو مقبل عليه، من حيث طبيعة المنطقة التي يجب أن يجتازها، وكل ما يتعلق بذلك. وأيضا فقد تستعمل الصور الجوية للتفسير المباشر للجيولوجيا والظواهر الجيولوجية ولا يختفي ما لذلك من علاقة بتكوين الخامات والرواسب المعدنية. و بالصور الجوية أيضا يمكن عمل رسم كروكي للملامح الجيولوجية التي تلاحظ في الحقل، بل ويمكن متابعتها في الحقل، ورسم كنتورات طبوغرافية باستخدام جهاز يسمى (ستر يوسكوب). وأخيرا فانه يمكن الحصول على خريطة كنتورية تركيبية للطبقات، وكذلك عمل قطاعات عمودية أو استراتجرافية من الدراسة الستر يوسكوبية للصور الجوية.. ولا يخفي على الباحثين ما لكل ذلك من فوائد في أجتياب الصحارى، والتحري عما بها من ثروات معدنية.

د-أعمال المسح الجيولوجي تحت السطحي:

تتضمن المساحة الجيولوجية تحت السطحية، أو تحت الأرضية نوعين مختلفين من العمل هما: مساحة المناجم ثم دراسة ومضاهاة المعلومات التي تحصل عليها من الثقوب المحفورة، فبعد أن درسنا من فوق السطح كل ما من شأنه أن يفيد العمل الجيولوجي، والمسح التعديني، بقى أن نتعمق في القشرة الأرضية لمزيد من المعلومات.. ومساحة المناجم عمل مستقل إلى حد بعيد عن المسح الجيولوجي السطحي، والتحري المعدني. أما الحصول على المعلومات، من خلال الثقوب المحفورة يدويا أو ميكانيكيا في مناطق كثيرة، فهي تدعم التفسيرات الحقلية للجيولوجيا إلى حد بعيد. وبالطبع فان توصية بحفر ثقب لهذا الغرض هنا أو هناك يستلزم هو أيضا دراسة عميقة، ومتأنية وذكية لكل الظروف والبيانات المتجمعة من المساحة السطحية، ومن ثم فان الحقيقة تؤكد أن رصيد المعرفة الذي أضيف إلى علم الجيولوجيا، نتيجة لدراسة المعلومات المجموعة من الآبار، إنما هو رصيد لا يمكن حصره. و بشكل عام فانه يمكن تصنيف الأغراض التي تحفر من أجلها الثقوب أو كما تسمى الآبار، إلى أربعة أهداف، هي:

١- لتعيين التتابع الاستراتجرافي أو الصخري، الذي يخترقه الثقب.

2- لتحديد الموضع والتقويم (أي تحديد القيمة) لأية مواد، في نطاق القطاع المخترق (صلبة أو سائلة أو غازية) يمكن أن يكون لها قيمة اقتصادية.

3- لاستخراج وإيصال المواد ذات القيمة الاقتصادية إلى السطح كلما أمكن ذلك.

4- وللحصول على معلومات لمضاهاة التتابعات الليثولوجية المخترقة من ثقب إلى ثقب لتسهيل توقيع الاستراتجرافيا والتركيب الجيولوجي التحت أرضي.

و يتوقف نوع الحفر المستخدم على نوعية الصخور التي يتم فيها الحفر. وهناك ثلاث طرق رئيسية لحفر الثقوب، هي: الحفر السلكي، والحفر الدوار والحفر بالماس, هذه الأخيرة هي عملية تدار فيها أداة القطع، واللقمة المستعملة في هذه الطريقة عبارة عن اسطوانة مجوفة من الصلب اللين، مثبت في حافتها السفلى ألماسات سوداء،بحيث تبرز قليلا عن الحافة الخارجية والداخلية للاسطوانة. وتربط اللقمة بغلاف العينة الأسطوانية الذي يربط بالطرف السفلي لجراب العينة الأسطوانية، و يربط جراب العينة الأسطوانية بدوره بسلسلة من القضبان الصلبة المجوفة، التي تصل إلى قمة الثقب.

وعند الحفر تدار سلسلة القضبان والأدوات المثبتة بها، وتربط القضبان إلى مغذ هيدروليكي، يمكن الحفار من التحكم في الضغط الواقع على اللقمة ويحتفظ بتيار من الماء أو نوع خاص من الطين داخل القضبان وجراب العينة الأسطوانية شكل 9 في الأسفل، وكذلك إلى أعلى بين القضبان وحوائط الثقب أو الغلاف، و يعمل هذا على الاحتفاظ بالأدوات باردة. وتقطع الألماسات التي على اللقمة طريقا لمعدن الاسطوانة، وبهذا تترك عينة أسطوانية داخل اللقمة المجوفة، والغلاف وجراب العينة الأسطوانية. وعندما تمتد العينة الأسطوانية إلى قمة الجراب يجب أن تسحب القضبان وتنزع العينة الأسطوانية.

وهكذا تعطى قطع العينات الأسطوانية المحفوظة-بترتيب الحصول عليها-سجلا ممتازا للصخور التي يخترقها الثقب.

وللتحقق من المواضع التي تتغير عندها صفات المواد الصخرية تغسل القطع الصخرية في ماء حار، وتفحص مع ملاحظة تأثيرات العملية

عليها.

وتحفر الآبار أو الثقوب كما بينا سابقا، للحصول على الماء أو الغاز أو البترول، أو لأغراض التحري واستكشاف المعادن في باطن القشرة الأرضية، وإذا كانت التكاوين بشكل عام لينة يستعمل الحفر الدوار، أما إذا كانت التكاوين صلبة فانه يمكن استخدام الحفر الدوار أو بالألماس أو بالأدوات السلكية،ويمكن استخدام أدوات مركبة تتناسب مع تغييرات التكاوين الصخرية. وتستخدم عملية حفر ثقوب صغيرة القطر بالألماس، لأعماق تصل إلى بضع مئات من الأقدام في صناعة التعدين لتحديد الخامات أو للمساعدة على تفهم التركيب الجيولوجي التحت سطحي.

وفي النهاية، فان نوع السجل الذي يحصل عليه الجيولوجي من الحفر يكون ذا أهمية عظمى. والعينات الأسطوانية الناتجة عن الحفر الدوار بالألماس هي بلا منازع أحسن ما يدل على التكاوين المخترقة، مع أخذ بعض الاحتياطات في الاعتبار. ولكي يمكن أن تستعمل سجلات الثقوب المحفورة لعمل خرائط تحت سطحية، ولتعيين التركيب الجيولوجي التحت سطحي، يجب أن تضاهي الطبقات المخترقة، أي أنه يجب معرفة التكاوين وتتبعها من ثقب إلى ثقب وتكفي أحيانا الصفات الصخرية (الليثولوجية) لهذا الغرض ولكن إذا كانت الطبقات متشابهة جدا، و يصعب التمييز بينها بواسطة النظر، فيمكن الاستعانة بالفحص المجهري للعينات. والفحص هنا قد يكون بدراسة الحفريات الدقيقة (الميكرو بلينتولوجي) في حالة الرسوبيات والبحث عن البترول، وقد يكون بدراسة الأشكال والمعالم السطحية للحبات الفتاتية، وقد يكون بتصنيف حبات المعادن الثقيلة، وكذلك نوع البقايا غير القابلة للذوبان وكمياتها النسبية. ولقد ثبت أن فحص المعادن الثقيلة بعناية في أماكن عديدة يؤدي إلى مضاهاة صادقة، إذ أن فحصها في اكثر من مكان قد اثبت أن النسب التي توجد بها حبات تلك المعادن قد تختلف بوضوح في الطبقات المختلفة، مع أنها تكون ثابتة تقريبا في طبقة واحدة أو تركيب واحد في مساحة شاسعة، وهذه المعادن الثقيلة فتاتية قد تتغير أحيانا في الشكل بالتبلور الثانوي وبمثل (جدول-10) قائمة بالأنواع الأكثر شيوعا، مع أوزانها النوعية. وقد أدرج الكورت والماسكوفايت والبيوتايت للمقارنة:

المعدن	الوزن النوعي	المعدن	الوزن النوعي
اندالوسايت	3.20 - 3.16	ماجناتايت	5.18 - 5.17
اباتايت	3.23 - 3.17	ماسكوفايت	3.00 - 2.76
بيوتايت	3.10 - 2.70	بيرايت	5.10 - 4.50
كالسايت	2.71	كورت	2.65
كايانايت	3.67 - 3.56	روتايل	4.25 - 4.18
ابيدوت	3.51 - 3.30	شتورولايت	3.75 - 3.65
جارنيت	4.30 - 3.15	توباز	3.65 - 3.40
المنايت	5.00 - 4.50	زيركون	4.70 - 4.68

جدول 10 الوزن النوعي للمعادن الشائعة

بعد ذلك لا يفوتنا هنا أن نقول: إن الأصل في حفر الثقوب أن تكون رأسية، ولكن يحدث أحيانا أن ينثني ساق الحفر أو يميل في الثقب و يتجه إلى جانب منه، و ينتج عن ذلك أن يبتعد الثقب عن مسار الخط الرأسي، ليكون في النهاية ما يسمى بالثقب المعقوف، وهذا يسبب مشاكل تحتاج إلى جهد كبير للتغلب عليها، كما أن هناك أيضا من أنواع الحفر ما يسمى بالحفر الموجه أو الحفر المائل، وهو ما يعني هنا تعمد حفر ثقب ينحرف-بقصد-عن الاتجاه الرأسي، وهذا أمر شائع عندما يراد مثلا حفر ثقب مائل على الشاطئ بلوغا لنقطة تحت الماء باتجاه الشاطئ. أو عندما يراد حفر عدة ثقوب مائلة من موقع رافعة واحد لإمكان توفير المال، بدلا من حفر هذه الثقوب من مواضع تقع فوق النقط المراد الوصول إليها مباشرة.

وأخيرا، فليس كل ما ذكرنا بعيدا عن البحث عن الثروات المعدنية، فمعرفة المكان الذي يوحي بتواجد ثروات عن طر يق تكنولوجيا الاستشعار من البعد يوفر الكثير من الجهد والوقت والمال، وخاصة في الأماكن التي لا يسهل التجوال فيها، ثم إن الدراسات الجيوفيزيقية (الطبيعة الأرضية) نوع من التأكيد لما أنبأ به الاستشعار من البعد، وهذه مع المسح الجيولوجي السطحي تخرج بالتحري المعدني من دور الإرهاصات إلى دور يقارب التأكيد

والتثبت. ثم أخيرا بالمسح التحت سطحي وحفر الثقوب أو الآبار توضع النقط فوق الحروف، فليس التأكد من وجود الخام فقط هو الهدف، ولكن أيضا دراسة اقتصادياته وتقدير كمياته، تتمة لدراسة مكتملة ومؤكدة.

التكنولوجيا الحديثة والثروات المعدنية:

وللإيضاح، فإننا نوجز فنقول، إن التكنولوجيا الحديثة في سبيل استكشاف واستغلال الخامات والثروات المعدنية، إنما تتركز على النحو التالي: يبدأ المشروع التعديني بمرحلة الاستكشاف الجيولوجي والجيوفيزيقي والجيوكيميائي. فبالأجهزة الجيوفيزيقية كما بينا من قبل-وخاصة تلك المحمولة بالجو-يمكن الحصول على طوفان من المعلومات. و بعمليات حسابية، تستتبع بعمليات ربط واستنتاج، تظهر مؤشرات الاستجابة في المواقع المأمولة أو ما يسمى (شذوذا)، بعد ذلك يكون دور الاستكشاف الجيوفيزيقي التفصيلي على سطح الأرض ذاتها مشفوعا باستكشاف جيولوجي وجيوكيميائي. ومن حصيلة تلك العمليات يكون القرار بالشروع في استكشاف نوع آخر، وهو الحفر المثقابي. و يأتي بعده دور الحصول على عينات كبيرة الحجم, لإعطاء صورة اكثر وضوحا، لما تحت السطح من خام. وعلى تلك العينة الكبيرة تجري تجارب معطية، ثم نصف تجريبية، ثم تجريبية، تبين جدوى الاستخلاص، والإعداد للتسويق. بعد ذلك يأتي دور دراسة صلاحية الخام للاستغلال تكنولوجيا واقتصاديا وتقدير التكلفة الرأسمالية، وتكلفة التشغيل. وهذه من أدق وأصعب المراحل. وإذا ما كانت نتائج كل تلك الدراسات إيجابية تأتي المرحلة الأخيرة لما قبل البدء في الاستغلال وهي مرحلة تصميمات المناجم والمرافق المصاحبة لها ؛ من منشات لمعالجة الخام، ووسائل النقل والشحن. كما تجري في هذه الأثناء الدراسة الدقيقة للمنتج. وقد شهد هذا القرن ومنذ بدايته وثبات تكنولوجية هائلة في وسائل الكشف عن الثروات المعدنية، وطرق استغلالها. فمن المستحدثات في ذلك كما رأينا من قبل استخدام الأقمار الصناعية في مسح الأرض يابسة وماء.. بما سمي بالاستشعار عن بعد الذي سبق الحديث عنه، وكذلك استخدام الوسائل الجيوفيزيقية المتقدمة في الكشف عن قيعان البحار والمحيطات، مما أدى إلى اكتشاف مصادر متعددة وجديدة للثروات المعدنية، مثل عقد

المنجنيز الرابضة على قيعان المحيطات على أعماق 4500-3500 متر. وهي حبيبات وكتل مفككة، تتركب من أملاح المنجنيز والنيكل والنحاس والكوبالت. وكذلك من المكتشفات الحديثة في تلك القيعان الطينات المحتوية على الزنك والنحاس التي تصاحب النشاطات البركانية في قيعان بعض البحار ومنها البحر الأحمر. وهذه المكتشفات فتحت آفاقا جديدة واسعة، لمصادر هامة من معادن المستقبل.

ومن معطيات التكنولوجيا الحديثة في مجالات الثروات المعدنية كذلك تقدم التطبيق العلمي لوسائل الكشف الجيوكيميائي والجيوفيزيقي، بحيث يمكن الآن معمليا تحليل أعداد هائلة من العينات بأجهزة مستحدثة أوتوماتيكية تعتمد على الامتصاص الذري وغيره. كذلك كان للحاسبات الإلكترونية دور هائل للاستفادة القصوى بالبيانات الفنية، وللحصول على توصيات واستنتاجات تجعل احتمالات العثور على الخامات المعدنية أقرب إلى الواقعية المحسوبة منها إلى الحدس والتخمين.

وفي مجال مصادر الطاقة، بدأ الاهتمام بالحرارة الأرضية الطبيعية لعلها تكون مصدرا مستقبليا يساهم في حل مشاكل الطاقة، ومن المستحدثات في وسائل التعدين-كشفا واستغلالا-الاتجاه اكثر فاكثر إلى استغلال الخامات واطئة الدرجة (بمعنى احتوائها على نسب طفيفة من المعدن) مع التفكير في استخدام التفجير الذري في استخراج الخام بدلا من المفرقعات التقليدية.

وتستخدم حاليا لنقل الخامات من مناجمها إلى منشآت معالجتها أو إلى أماكن التسويق أو التصدير شاحنات ذات طاقات كبيرة تصل إلى 175 طنا للشاحنة الواحدة. كما أصبح نقل الخام بالأحزمة الناقلة Belt Conueyor مقبولا لمسافات تبلغ عشرات الكيلومترات، وقد تتجاوز مائة الكيلومتر. كذلك شاع استخدام النقل بالسلك الهوائي للتغلب على الصعوبات الطبوغرافية، وكانت من قبل عقبة كأداء في المجالات التعدينية. كما أن هناك اتجاها حديثا، لنقل المواد التعدينية الصلبة على هيئة طينات معلقة في سوائل داخل أنابيب. ولا شك أن تلك الاتجاهات الحديثة تعطي فرصا أفضل من النواحي الاقتصادية بله الأمان والتلوث.

ويعمل العقل الهندسي في تصميم كاسحات، تصلح لحصاد عقد المنجنيز

التي تفترش قاع المحيطات، في سمك صغير، وبمساحات هائلة، وعلى أعماق كبيرة، ولا شك في أن ذلك من معطيات التكنولوجيا الحديثة التي تتصدى لكل عقبات الإنتاج بالتذليل. ومن ذلك أيضا العمل على تصميم مضخات تصلح لضخ الطينات المتمعدنة في قيعان البحار، على نمط طينات قاع البحر الأحمر.

7 الثـــروات المعدنيـــة في خدمة الإنسان

مصادر الثروات المعدنية:

لا شك أن الحضارة الآنية-وكما كانت كل حضارة من قبل تعتمد اعتمادا كبيرا على المعادن، ولا مشاحة في أن المعادن تشكل العمود الفقري لهذه الحضارة التي يحياها الإنسان اليوم بالذات، بمعنى أننا لو تخيلنا اختفاء كل ما له صلة بالثروات المعدنية لانهارت هذه الحضارة، وانقلب الإنسان عائدا إلى عصوره الأولى، بل وأسوأ منها. فحياة الإنسان لا تخلو في يوم من أيامها من استخدام مباشر أو غير مباشر للمعادن. وتختلف المعادن عن بقية المصادر الطبيعية للثروة لأنها تكاد لا تتجدد، بمعنى أنها قد تكونت في القشرة الأرضية بعوامل جيولوجية بطيئة، تستغرق مئات الآلاف بل وملايين السنين. ولذلك يقال بأنها لا تتجدد، وان كان ذلك في عرف العلم مجازا، لأن المادة لا تفنى ولا تستحدث في حد ذاتها، وإنما تنقلب إلى صورة غير التي عليها. وما دام التحول مستمرا والعوامل مستمرة فالتجدد موجود، ولكن في بطء شديد كما بينا حتى يقارب الانعدام في مفهومنا البشري،

لأنه باستخراج المعادن لا يتكون لها بديل خلال فترة ملموسة من الزمان.

كذلك في مجال التعدين، أدخلت وسيلة الإذابة الكيميائية بالأحماض لبعض المعادن في صخورها، تلافيا لتكلفة التعدين الباهظة. وتعتمد هذه الطريقة على إحداث مسامية إلى درجة معقولة في الصخور المحتوية على المعدن، ثم حقن تلك الصخور بالأحماض المناسبة، لتتخلل المسام، وتذيب اكبر قدر ممكن من المعادن المقصودة بهذه المعالجة. و يتبع ذلك أما إعادة ضخ السوائل الحمضية أو استقبالها من مساربها كما في مواقع مناسبة معدة لذلك وقد طبقت هذه الوسيلة بنجاح في بعض خامات النحاس واليورانيوم.

توزيع بعض العناصر في القشرة الأرضية:

للثروات المعدنية مصادر، كما أن لها احتياطيات. واحتياطي الخام هو كمية الراسب المعدني أو الخام الموجود في صخره، والمعروفة والمحدودة معالمه، والذي يمكن استخراجه مع تحقيق ربح باستخدام الوسائل التكنولوجية المتوافرة حاليا، وتحت الظروف الاقتصادية السائدة، أما المصدر فهو يضم الاحتياطي المحسوب، و يضم بجانبه ما قد يمكن استخراجه اقتصاديا في المستقبل مما لا تسمح الظروف الاقتصادية أو التكنولوجية باستخراجه حاليا، ويضم كذلك أي خام لم يعثر عليه حاليا، ولكن الشواهد الجيولوجية وغيرها تشير إلى إمكانية العثور عليه مستقبلا. ونرى في جدول ١١ مدى انتشار بعض العناصر الأكثر أهمية في القشرة الأرضية، واحتياطياتها ومصادرها بحسب تقديرات أوائل السبعينات:

جدول - 11

انتشار بعض العناصر الأكثر أهمية في القشرة

الأرضية واحتياطياتها ومصادرها

بحسب تقديرات أوائل السبعينات

العنصر	الانتشار طن × 10^{12}	الاحتياطيات طن × 10^{6}	المصادر المحتملة طن × 10^{6}	نسبة المصادر المحتملة الى الاحتياطيات
زنك	2250	81	3400	42
نيكل	2113	68	2590	38
الومنيوم	1990	1160	3519	3000

جدول - 11

انتشار بعض العناصر الأكثر أهمية في القشرة

الأرضية واحتياطياتها ومصادرها

بحسب تقديرات أوائل السبعينات

العنصر	الانتشار طن × 10^{12}	الاحتياطيات طن × 10^{6}	المصادر المحتملة طن × 10^{6}	نسبة المصادر المحتملة الى الاحتياطيات
نحاس	1510	200	2120	10
حديد	1392	37000	2035	23
كوبلت	600	2.14	763	360
ليثيوم	500	0.78	933	1200
نيوبيوم	460	غير معروف	848	غير معروف
رصاص	290	0.54	550	1000
تيتانيوم	153.6	117	225	2000
ثوريوم	140	1	228	288
قصدير	40.8	5.8	68	12
يورانيوم	40.8	0.83	93	112
تنتالم	38.4	0.274	97	354
بريليوم	31.2	0.016	64	4000
موليبدنيوم	31.2	2	46.6	23
منجنيز(5)	31.2	630	42	67
فوسفور(5)	28.8	15000	52	34
تنجستن	26.4	1.2	51	42
انتيمون	14.9	3.6	19	5
فلورين(5)	10.8	35	20	600
باريوم(5)	9.4	76.4	17	223
فاناديوم(5)	3.36	10	5.1	500
كروم(5)	2.6	696	3.26	47
زئبق	2.1	0.11	3.4	30
سيلينيوم	1.8	0.695	2.5	36
فضة	1.8	0.16	2.75	16
بلاتين	1.1	0.009	1.2	133
بزموت	0.1	0.081	0.12	1.5
ذهب	0.0084	0.011	0.15	14

ملاحظات:

1- العناصر مرتبة تنازليا على أساس وفرة الانتشار-العناصر المشار أمامها بعلامة (*) مصادرها المحتملة مقدرة على أساس الطن 9 10 X.-

2- الانـتشار هو كمية العنصر المنتشرة في القشرة الأرضية مقدرة بالطن12 10 X

3- الاحتياطيات العالمية مقدرة بالطن $10X^6$

4- المصادر المحتملة للعناصر المقدرة بالطن $10X^6$

5- توضيح لنسبة المصادر المحتملة إلى الاحتياطيات

مستوى المعيشة والثروات المعدنية:

ومع التقدم العلمي واستمرارية التطور التكنولوجي، وازدياد الحاجة الحضارية لعناصر جديدة أو استخدامات حديثة لعناصر معروفة، فان نوعية ودرجة الخامات والثروات المعدنية المستخدمة تتغير تبعا لذلك، بل هي تتفاعل مع العوامل الاقتصادية بما يستلزم إعادة النظر لأخذ كل المتغيرات في الاعتبار فمثلا. هناك خامات يتم تعدينها حاليا كانت في الماضي تستعصي على التعدين، أما لجودتها المنخفضة، أو لصعوبة الانتفاع بها، كما أن هناك خامات وثروات دخلت ميدان الاستخدام الصناعي لأول مرة ولم تكن لها استخدامات معروفة من قبل، كما سنرى فيما بعد.

وقد وضع «ماك كلفي» Mckelvey رسما (شكل 10) يبين العلاقة بين مصادر الخامات المعدنية واحتياطياتها، والسهم الأفقي فيه يشير إلى تزايد درجة التأكد من صفات وكميات الخام. والسهم الرأسي يشير إلى تزايد الجدوى الاقتصادية. ونرى أن الاحتياطيات تنقسم إلى مؤكدة ومحتملة ومؤمل فيها. وتنقسم درجات الجدوى الاقتصادية إلى: خامات اقتصادية وخامات حدية، بمعنى أن تكلفتها في الاستخراج تبلغ مرة ونصف من تكلفة الخامة الاقتصادية، ثم خامات غير اقتصادية.

وعلى أساس جدول انتشار العناصر في القشرة الأرضية والاحتياطيات والمصادر فقد وجد أن هناك علاقة حسابية تقريبية، فإذا رمزنا للاحتياطيات مقدرة بالأطنان بالحرف (ح) والى الانتشار في القشرة الأرضية مقدرة بنسبة في المائة بالحرف (ش) فان المعادلة لبعض العناصر تكون:

ح = ش 6 10X وأحيانا ح = ش 9 10 X ولعناصر أخرى تكون ح = ش 10 10 X. ولربط هذه الأرقام الجافة بالناحية البشرية نجد أن هناك معادلة تربط العلاقة بين مستوى المعيشة البشرية واستخدام الثروات أو الموارد الأولية وموارد الطاقة:

فالمستوى الاجتماعي للمعيشة يساوي:

استخدام كافة الموارد الأولية X استخدام الطاقة بأنواعها X استخدام المواهب ا لذهنية

تعداد السكان

وهذه المعادلة تطوير للمعادلة التي يستخدمها الاقتصاديون للربط بين الإنتاج القومي و بين رأس المال والعمل. ومع التقدم الحضاري تزداد معدلات استغلال العالم لخاماته المعدنية وثرواته الطبيعية، ليس ذلك فقط، بل إن ما لم تكن له أهمية تبرز أهميته وتتعدد منافعه الآن، حتى إنه يقال: في عام 1980 سوف تكون جميع العناصر الفلزية وعددها 68 عنصرا مستخدمة على نطاق واسع، وفي ذلك تهديد مباشر للبيئة واختلال في موازينها. فالثروة المعدنية-لا تجاري ولا يمكن أن تجاري-ذاك التوافق بين الثورة الصناعية والانفجار الديموجرافي، اللذين تميز بهما هذا القرن.

الخامات التعدينية	قيمة الانتاج العالمي بمليون الدولار			
	عام 1900	عام 1920	عام 1950	عام 1970
خامات الوقود	6930	8028	27438	78761
المعادن الفلزية غير النفيسة	2878	3623	11215	36620
المعادن الفلزية التي تدخل في السبائك	91	130	949	2759
معادن فلزية أخرى	1096	1227	2089	3451
المعادن اللافلزية	2300	2875	10642	44300
قمة الإجمالي العام	13295	15883	52333	165911
معدلات النمو	100	123	350	1248

جدول (12) تطور قيمة الانتاج التعديني منذ بداية القرن الحالي

بملايين الدولارات.

قيمة الإنتاج العالمي من المعادن:

وقد تطور الإنتاج التعديني منذ بداية القرن العشرين تطورا سريعا وحاسما، يبينه جدول 12، مقدرا بمليون الدولار حسب سعر الدولار عام 1972.

ويذهب بعض المتشائمين في موضوع التزايد السكاني العالمي إلى انه سيأتي اليوم خلال بضع آلاف من السنين الذي يستوعب فيه الجنس البشري كل ما على ظهر الأرض من مياه، إذا سارت معدلات الزيادة في السكان على ما هي عليه، أما في مجال الثروات المعدنية بالذات فالإنتاج يتزايد بسرعة مقابل التجدد البطيء أو المنعدم تقريبا. ويوضح جدول-13 النسبة بين زيادة السكان في العالم والإنتاج من الثروات المعدنية ونصيب الفرد منها:

عام	التعداد بمليون سنة	قيمة الانتاج التعديني (بليون دولار)	نصيب استهلاك الفرد من المعادن بالدولار
1900	1550	13.3	8.5
1970	3593	166.0	45.0
2000	6129	520.0	80.0

جدول–13

الزيادة السكانية والتعدينية ونصيب الفرد منها في العالم

إذن فالعالم بهذا يواجه تحديا حقيقيا، فهو فيما بين عامي 1900و2000 قيمة إنتاجيته 40 مرة، و يرتفع معدل استهلاك الفرد من المواد المعدنية عشر مرات. وتصل كمية ما يستخرجه سنويا عام 2000 من الأحجار وهي من الثروات المعدنية كذلك إلى حوالي 100 بليون طن. و يوضح شكل 11 الإنتاج التعديني العالمي من عام 1850 إلى عام 1970 مقارنا بالنمو السكاني.

الهيكل العام للثروات المعدنية:

قام الكثير من علماء الجيولوجيا الاقتصادية بتقسيم وتصنيف المعادن

والخامات في العالم، اعتمادا على خواصها ووجودها في الطبيعة وطرائق تكوينها واستخداماتها، ومن بين تلك التقسيمات ما أخذ به العالم «بيتمان Beatman>، وفي هذا التقسيم تصنف الخامات المعدنية إلى فرعين رئيسين، هما: المعادن الفلزية والمعادن اللافلزية

فأما المعادن الفلزية Metallic Minerals

فتشمل المجموعات التالية:

1- مجموعة الفلزات الثمينة Precious Metals مثل الذهب والفضة والبلاتين..

2- مجموعة الفلزات غير الحديدية Non-Ferrous Metals مثل النحاس والرصاص والزنك والقصدير والألمنيوم.

3- مجموعة الفلزات والسبائك الحديدية Iron and FerroaIloy

مثل الحديد والمنجنيز والنيكل والكروم والكوبالت والتنجستن والفانديوم والكادميوم.

4- مجموعة الفلزات النادرة Minor Metal مثل الأنتيمون والزرنيخ والبريليوم. والمغنيسيوم والزئبق واليورانيوم والثوريوم والتيتانيوم والزركونيوم.

وأما المعادن اللافلزية Non-Metallic Mine rails

فتحتوي على المجموعات التالية:

1- مواد الوقود المعدني Mineral Fuels مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي.

2- مواد الخزف Ceramic Materials مثل الطفل والفلسبار.

3- مواد البناء والتشييد Structural and Building Materials مثل الرمل والحصى والحجر الجيري والبازلت والجبس والإسفلت.

4- المواد التي تستخدم في عمليات التعدين والتكسير لله Metallurgical Refractory Materials مثل الجرافيت والماجنزيت والفلوريت.

5- المواد التي تستخدم في الصناعة مثل الاسبسترس والميكا والتلك والبار يوم ورمل الزجاج والبنتونايت.

6- المعادن الكيميائية Chemical Minerals مثل الملح والبوراكس وأملاح الصوديوم وكلوريد الكالسيوم والماغنيسيوم والبروم واليود والبوتاس والكبريت

والنترات والشب والدياتومايت.

7- معادن التسميد Fertilizer Minerals مثل البوتاس والنترات والفوسفات.

8- معادن السحج Abrasive Minerals مثل الماس والكوراندوم والامري والجارنت.

9- معادن الزينة الأحجار الكريمة Gemstones مثل الماس والياقوت والزبرجد والبريل والتراكوز والتوباز: وسنتناول فيما يلي، التعريف بكل على حدة ودوره في خدمة الإنسان، أما أماكن التواجد فتتكفل بها الخرائط:

أ-المعادن الفلزية: تعتبر معادن الخامات الفلزية الهيكل المتين للحضارة، ومع تقدم تلك الحضارة وتطور أسبابها، فان الاستهلاك من تلك المعادن يتزايد بكثرة، فنجد مثلا أن الحديد الزهر قد زاد استهلاكه من 8, 40 مليون طن عام 1900 إلى 5, 434 مليون طن عام 1970 أي بزيادة قدرها 11 مرة. أما الصلب فقد ازداد إنتاجه واستهلاكه بمعدلات أسرع كثيرا من استهلاك الحديد الزهر. فبينما كان الاستهلاك من الصلب 86, 27 مليون طن عام 1900، إذ هو يصل إلى 4, 590 مليون طن عام 1970، أي بزيادة قدرها 21 مرة، أما الزيادة التي حدثت في إنتاج واستهلاك الألمنيوم فهي بحق زيادة مذهلة، كان استهلاك الألمنيوم 7300 طن عام 1900 فإذا به يقفز إلى 10320000 طن عام 1970، أي أن الزيادة خلال تلك الفترة قفزت إلى 1400 مرة، وهناك من, يتوقع أن يصل الاستهلاك العالمي لهذا العنصر عام 2000 إلى 112 مليون طن. وهكذا فان مستقبل التصنيع العالمي يعتمد على ثلاثية أساسية، هي الحديد والألمنيوم والبلاستيك.

يأتي بعد ذلك النحاس، فمنذ بدء التاريخ حتى الآن يقدر ما استخرجته البشرية منه بحوالي 195 مليون طن، و يقدر الباحثون أن الاحتياطيات المعروفة من النحاس والتي ما زالت باقيه لم تستخرج بعد، ويمكن استخراجها تبلغ 350 مليون طن، وهذا القدر يكفي العالم بمعدل الاستهلاك الحالي مدة خمسين عاما تقريبا.

ويحتم ذلك إعادة صهر وتنقية النحاس الخردة، والرصاص زاد استهلاكه 4,5 مرة، والزنك ,4 11 مرة خلال سبعة العقود منذ بداية هذا القرن، ولم يزد استهلاك القصدير خلال تلك الفترة إلا 5, 2 مرة لقلة الاحتياطات المكتشفة التي تضاف للرصيد المعروف، ولشدة منافسة المعادن البديلة،

ومن المعادن التي شهدنا لها زيادة ضخمة في الاستهلاك النيكل، فقد كانت الزيادة نحو مائة مرة، ثم معادن السبائك وقد شهدت هي الأخرى زيادة في قيمة ما استهلك عام 1970 عنه في عام 1900 نحو ثلاثين مرة، ولقد كانت بداية صناعة السبك حين قام (روبرت هادفيلد) بإنتاج سبيكة من الصلب المنجنيزي لأول مرة، باتحاد الصلب مع عنصر أو اكثر من عناصر السباكة. وكانت هذه بداية لعالم جديد من الاستفادة من الثروات المعدنية وإكساب المعادن صفات مميزة.

وزاد إنتاج الذهب والفضة في أوائل السبعينات، عنه في بدايات هذا القرن، بنسبة 5 ,3 مرات. وهذا يعكس حالة خامات الذهب التي بدأت تنضب تدريجيا، وحالة أسعاره التي بدأت ترتفع كثيرا.

وفيما يلي استعراض لمجموعات المعادن الفلزية من حيث الاستخدام وطرق التواجد.

أ- 1 - مجموعة الفلزات الثمينة:

البلاتين ومجموعتهThe platinum Group Metals

كان أول كشف للبلاتين في كولومبيا بأمريكا الجنوبية عام ,1735 وسمى المعدن عندئذ (بلاتينا) لتشابهه في اللون مع معدن الفضة التي تسمى بالأسبانية (بلاتا) وفي عام 1783 اكتشفت رواسب غنية بالبلاتين بجبال الأورال في الاتحاد السوفيتي، وفي عام 1919 دخلت كندا ميدان إنتاج البلاتين، و يعتبر البلاتين اكثر مفردات المجموعة البلاتينية وفرة، وتشتمل هذه المجموعة بجانب البلاتين على الفلزات الآتية: البلاديام والأوزميام والايريديام والروثينيام والروديام،-وهى معادن تتواجد عادة متصاحبة في الطبيعة باستثناء حالات نادرة يوجد البلاتين فيها مختلطا بنسب مختلفة مع فلزات أخرى من مجموعة البلاتين وكذلك مع الذهب والحديد.

وأثقل ثلاثة فلزات معروفة في عالم المعادن هي على الترتيب: الاوزميام والايريديام والبلاتين التي تمتاز و بقية فلزات المجموعة البلاتينية-إلا البلاديوم-بعدم ذوبانها في الأحماض العادية، ومن خواص هذه الفلزات ارتفاع درجة حرارة انصهارها ومقاومتهما للحرارة والتأكسد في درجات الحرارة العادية، مما يضفي عليها قيمة عظيمة في الصناعات الكيميائية

والكهربية والمعدنية، فني مجالات الاستعمالات الكيميائية للبلاتين نجده هاما في صناعة أجهزة المعامل كما أنه يستخدم كعامل مساعد في صناعة حامض الكبريتيك بالطريقة المعروفة باسم (طريقة الملامسة). وفي تحضير- النوشادر صناعيا من الأيدروجين والآزوت وكذلك في أكسدة النوشادر إلى حامض الأزوتيك، ويدخل البلاتين مع بعض مفردات مجموعته كعامل مساعد في إنتاج بعض المواد العضوية، وفي الصناعات الكهروكيميائية والكهربية كمراكز التوصيل في أجهزة التليفونات والتلغراف. وحين يسبك البلاتين مع الاريديام يعطي سبيكة تمتاز بالصلابة والقوة والتحمل وعدم التآكل، وبذلك تصلح لمراكز التوصيل الكهربي تحت أقسى الظروف، كذلك استخدم البلاتين مع كميات متزايدة من البلاديوم في طب الأسنان. ومع غيره من مفردات مجموعته في أجهزة الازدواج الحراري، ومن بين الاستخدامات المختلفة للمجموعة البلاتينية صناعة إبر الخن الطبية، وأطراف ريش أقلام الكتابة، وفي الطلاء الكهربي للسطوح العاكسة، وأغلفة الساعات وما شابه ذلك ويمتاز البلاتين بقابلية كبيرة للسحب، حتى انه يمكن سحبه إلى أسلاك رفيعة جدا، لا تتجاوز أقطارها واحدا من مائتي ألف جزء من البوصة.

وتعتبر المجوهرات أهم استعمال للبلاتين في السلم حول جيد الحسان.

ويوجد البلاتين الخام في الطبيعة، على هيئة الفلز، ومختلطا بالزرنيخ على هيئة سبيريلايت ورمزه (بلاذ 2). ويحتوي البلاتين الخام من 10 إلى 40 ٪ من كميات مختلفة من الأوزميام والايريديام والروديام والبلاديوم والذهب والنحاس والحديد.

الذهب: Gold

واحد من أوائل المعادن التي عرفها الإنسان، ثم صاحبه على الطريق حتى يومنا هذا، يباركه ويلعنه، ويحبه ويمقته في آن واحد، ومع ذلك فهو في البحث عنه جاد غير متوان، ولبريقه الأصفر الذي لا يعتم كان منذ فجر التاريخ الحلية الأخاذة، كما أن ندرته وخواصه الطبيعية جعلت منه حتى يومنا هذا المقياس الدولي المعترف به لقيم المواد والأشياء وإذا كان بريقه قد جعله ملكا عل كل المعادن فان الذهب الذي يبرق ليس كله في واقع الأمر ذهبا خالصا، لان الفلز النقي رخو بدرجة لا يمكن معها استعماله إلا بعد

سبكه مع فلزات أخرى ويعبر عن نقائه بعدد القراريط و فالذهب النقي 24 قيراطا ولكن أعلى درجة يمكن بها استعماله هي 22 قيراطا فقط، بمعنى أنه يكون عندئذ سبيكة تتركب من 22 قيراطا أو جزا من الذهب مع جزأين من فلز أو فلزات أخرى. والقيراط هنا معيار للنوع وليس للكمية.

وأول وأهم استخدامات الذهب اليوم للعملة والنظم النقدية، يلي ذلك استخداماته في التزين والمصوغات، حيث يصلد الفلز بسبيكة مع النحاس أو الفضة أو البلاديوم أو النيكل، وتعطي إضافة 12 ٪ بلاديوم، أو 25٪ بلاتين أو 15٪ نيكل ما يعرف باسم الذهب الأبيض، أو(الذهب الفضي).

والذهب من اكثر الفلزات ليونة. ويمكن سحب أوقية واحدة من الفلز النقي إلى سلك طوله خمسون ميلا.

ويستعمل مثل هذا السلك في صنع شرائط الذهب ومصنوعات أخرى، حيث يلف السلك على خيوط حريرية. وهناك استعمالات كثيرة ثانوية للذهب، مثل تغليف بعض الأواني الكيماوية لحفظ مركبات معينة وفي طب الأسنان، وغير ذلك.

ومن النادر جدا أن يكون الذهب نقيا في الطبيعة، ويحتوي في أغلب الأحوال على الفضة، كما يحتوي على فلزات أخرى، ويسمى المعدن المحتوي على الذهب ونسبة عالية من الفضة بالكهرمان Electrum ولونه أصفر باهت أو ابيض تقريبا، ويوجد الذهب مع الزئبق كملغم طبيعي في مناطق قليلة، و يعتبر معدن الكالافرايت أهم مصادر الذهب المركبة، و به حوالي 43٪ من الذهب كما يستخلص الذهب ثانويا من بعض خامات الفلزات القاعدية الأخرى مثل النحاس والرصاص والزنك، ولا يعتري الذهب تغيير أثناء تجمعه في رواسب الوديان أو الحصى الذهبي التي تعتبر مصادره الرئيسية حتى السنوات الحديثة، وذلك بفضل عدم قابلية الذهب للذوبان، وثقله النوعي الكبير (الذهب أثقل حوالي ست مرات من معظم الصخور) ويتجمع الذهب الموجود في مثل هذه الرواسب بواسطة عوامل التعرية، التي تفكك العروق المحتوية على الذهب، وتتكون الرواسب بالقرب من مكان العروق أو تحمل بواسطة المياه، لتترسب بعيدا عن المكان الأصلي في مناطق منخفضة وذهب رواسب الوديان أنق عادة من ذهب العروق، ويرجع ذلك إلى ذوبان الفضة من سطوح حبيبات الذهب، ولا توجد خامات رواسب الوديان دائما

فوق السطح، إذ يكون بعضها قد تكون خلال عصور جيولوجية مبكرة، وغطى بعد ذلك برواسب أحدث عمرا، أو بصخور نارية مثل الطفوح البركانية.

الفضة: silver

يقولون أن الذهب والفضة بالنسبة للفلزات كالملك والملكة بالنسبة للبشر.

والفضة معروفة من قديم الزمان، وهي الفلز المفضل للزينة بعد الذهب بشكل عام ولقد جاء على الإنسان حين من الدهر تساوت فيه الفضة مع الذهب في القيمة ولكن تغير ذاك الحال اليوم، وتعتبر الأغراض النقدية والعملة الاستعمال الرئيسي للفضة، في هذه الأيام. والفضة النقية مثل الذهب النقي شديدة الرخاوة، لا تصلح للاستعمال في العملة وأدوات الزينة والحلي بحالها. ولذلك تسبك الفضة عادة مع النحاس حتى تزداد صلابة. وتبلغ قابلية الفضة للسحب درجة تسمح بسحب جرام واحد من الفلز النقي إلى سلك طوله ميل واحد، وتصنع الأدوات المنزلية المطلية بالكهرباء بواسطة ترسيب الفضة النقية على فضة النيكل، وهي سبيكة تحتوي على النيكل والنحاس والزنك، وإذا ما عرضت الفضة إلى الغازات الكبريتية في المدن الصناعية اسود لونها لتكوين كبريتيد الفضة، وبالمثل تتأثر الملعقة المطلية بالفضة بالكبريت الموجود في البيض، و يعتبر التصوير من استخدامات الفضة الهامة، كما تدخل مركبات الفضة في الصناعات الطبية، وفي صناعة الثلاجات والطائرات وكملغمات الأسنان والمرايا الفضية، وتستخدم الفضة في كثير من الأجهزة الكهربية لأنها أجود موصل للكهرباء وللحرارة معا.

وتوجد الفضة في الطبيعة على هيئة فلز أو متحدة مع عناصر أخرى، وتكون الفضة سبيكة طبيعية مع الذهب هي معدن الالكترم أو الذهب الفضي، و يعتبر معدن الأرجنتايت المركب كيميائيا من كبريتيد الفضة المصدر الرئيسي لفضة العالم، وهو يوجد غالبا في الجالينا أو كبريتور الرصاص أحد أهم خامات الرصاص، وغالبية الفضة تنتج من مناجم خامات الرصاص والزنك والنحاس. كذلك توجد الفضة مع خامات الكوبالت والنيكل.

أ-2- مجموعة الفلزات غير الحديدية

النحاس:

ربما كان النحاس أول فلز استخدمه الإنسان، ذلك لأن النحاس قد يوجد في بعض المناطق طبيعيا على السطح كفلز أو في خامات توجد في الطبيعة مختلطة مع معادن أخرى، من أهمها القصدير ولذلك فمن المحتمل أن تكون سبيكة النحاس والقصدير قد اكتشفت بالصدفة في العصور المبكرة، وان يكن من المعروف أن ليست كل المجموعات الأثرية لهذا المعدن جميعها سبائك من النحاس والقصدير (البرونز) فقط، وإنما قد تكون من النحاس النقي تقريبا، أو من سبائك نحاسية محتوية على القصدير والزنك والنيكل الخ... ولأن النحاس موصل جيد للكهرباء فانه يستخدم بكثرة في الصناعات الكهربية، سواء المولدات أو الموتورات أو لوحات التوزيع أو الأجهزة الأخرى، والبرونز هو سبيكة من النحاس (88٪) والقصدير (10٪)، والزنك (2٪). أما النحاس الأصفر فهو سبيكة من النحاس والزنك أصبحت اليوم شائعة الاستخدام على شكل ألواح وشبكات وأسلاك وقضبان ومواسير وأنابيب ومسبوكات. والنحاس الأصفر سهل التشغيل ومقاوم جيد للتآكل، وسبيكة النحاس والنيكل تسمى بمعدن المونل Monel. والديرالومين Duralumin سبيكة للنحاس (4 ٪) مع الألومنيوم (95٪) والسيليكون والماغنسيوم (1٪) و يستعمل الديرالومين بكثرة في بناء الطائرات وللأغراض الأخرى، حيث تكون الخفة والمتانة هامتين. كذلك فان لأملاح النحاس استخدامات صناعية كثيرة.

ويوجد النحاس في الطبيعة على هيئة فلز أو كبريتات أو كربونات أو أكسيد، كما يوجد متحدا مع عناصر أخرى، وهو دون جميع الفلزات يكون اكبر مجموعة من المعادن، ومعادن النحاس وخاصة الكبريتيدات غير ثابتة، إذ تؤثر فيها العوامل الجوية والطبيعية، وعلى ذلك فخامات النحاس قابلة للتأكسد ويزيد تركيزها تبعا لذلك. ومعدن النحاس الأول أو الأصلي هو ما يسمى الكالكوبيرايت Chalcopyrite (نح ح كب 2) الذي يتحلل بالتأكسد في مناطق التأثير الجوي القريبة من السطح، مكونا كربونات النحاس الخضراء (الازورايت). ومن الممكن أن يذوب النحاس على هيئة كبريتات، ثم يحمل أغلبه أو كله إلى أسفل، ويصبح السطح بذلك خاليا منه، ويتبق الحديد

المختلط أصلا مع النحاس على هيئة خام الحديد (ليمونايت) مكونا علامات سطحية Gossan رمادية اللون تميل إلى الحمرة، كغطاء يسميه رجال المناجم (قبعة الحديد) شكل 12 ويكون ذلك دليلا على تواجد النحاس، أما النحاس المحمول إلى الأسفل في المحلول فقد يترسب ثانية إلى مسافة قصيرة تحت السطح على هيئة كبريتيدات وكالكوسايت وبورنايت (من معادن النحاس) وهي أغنى بكثير في النحاس من الكالكوسايت الأصلي. فبينما يحتوي الكالكوبيرايت على5 , 34٪ فقط من النخاس، يحتوي الكالكوسايت على 8 , 69٪ والبورنايت على 3 , 63٪ منه. وتسمى طريقة التركيز الطبيعية هذه بالتركيز الثانوي. ولقد تتكون بعض معادن النحاس الأخرى بواسطة عمليتي التأكسد والاختزال، كما هو موضح بشكل 12 وفي المناطق القاحلة، حيث تحمل الرياح الملح (كلوريد الصوديوم) معها من البحار يتكون النحاس على شكل معادن الأتاكامايت أو البروكانتايت المركب كيميائيا من الكبريتيات القاعدية، و يعتبر هذان المعدنان من أهم مصادر النحاس في واحد من اكبر المناجم في العالم.

ويختلف سمك منطقة تركيز الكبريتيد المسماة أحيانا بمنطقة الكالكوسايت من أقدام قليلة إلى 1000 قدم أو اكثر تبعا لظروف الجو وعمق مستوى الماء الأرضي، وتبعا لتركيب ونسيج الصخور والخام. وفي المعتاد يعقب منطقة الكالكوسايت الغنية في العمق منطقة أولية أو رقيقة، حيث توجد معادن للنحاس وعلى الأخص الكالكوبيرايت في حالتها الأصلية.

ومن المربح استغلال خامات نسبة النحاس فيها لا تتعدى ١٪ حيثما وجدت بكميات ضخمة يسهل الوصول إليها، وذلك على نطاق واسع باستخراج آلاف الأطنان من الخام في اليوم.

وقد توجد خامات النحاس في الصخور النارية والرسوبية والمتحولة على هيئات مختلفة. وفي معظم الأحايين تترسب معادن النحاس من المحاليل الصاعدة الساخنة المنبعثة من المصادر النارية في باطن الأرض. ومن النادر أن تكون العروق المحتوية على النحاس ذات أهمية اقتصادية، ما لم يحدث إحلال لصخور الجدار، ثم تركيز للخام. ولقد اكتشفت خلال العقدين الأخيرين كميات هائلة من خامات كبريتيد النحاس في صخور رسوبية من عصر ما قبل الكمبري في زائير (إقليم شابا) والتي تعتبر اليوم من أهم

مراكز تعدين النحاس في العالم.

الرصاص :Lead

لا يوجد الرصاص في الطبيعة كفلز ولكن يحصل عليه من خامات، والرصاص مادة رخوة سهلة التشكيل، ولذلك كان من أوائل المعادن التي استخدمها الإنسان، حتى لقد كانت في حديقة بابل المعلقة أوان من الرصاص لوضع النباتات، واستعمله الرومانيون كمواسير للمياه. ولقد أثبت سبك الرصاص مع القصدير والانتيمون أنه اصلح المواد لصنع حروف الطباعة، وهناك قول شاع حتى صار مثلا، وهو(ثقيل كالرصاص)، مما يفهم منه أن الفلز ثقيل جدا بينما هو في الواقع أخف وزنا من معادن أخرى كالذهب والبلاتين والزئبق.

وللرصاص دور هام في الأغراض الصناعية، كالبطاريات الجافة، وتغليف الكابلات، وأبيض الرصاص للبويات، وفي صناعة الذخيرة واللحام والكراسي الحاملة، ورباعي إيثيل الرصاص لتحسين خواص البترول، وبالنسبة لوزنه وقابليته للطرق يستخدم في قيعان اليخوت والوصلات وأثقال ملابس الغطس. والمركبات الرئيسية للرصاص هي: أبيض الرصاص وأكسيد الرصاص الأحمر والليثارج، وهي جميعا تدخل في صناعة الطلاء والزجاج والورنيش، وكذلك في الصباغة وإبادة الحشرات الخ.. ..

وتعتبر الجالينا (كبريتيد الرصاص-ركب) من أهم المصادر للرصاص في العالم، و يكاد يحتوي هذا المعدن (الجالينا) دائما على الفضة، حتى أنه غالبا ما يحصل العالم على معظم احتياجاته من الفضة كمنتج ثانوي من خامات الرصاص، وتتعرض الأجزاء العلوية من معدن الجالينا الأصلي وخاصة في المناطق الحارة والجافة عادة للتأكسد مكونة أملاحا مؤكسدة للرصاص، ومن أهمها ما يسمى السيروسايت (رك أ 3)، حتى ليصبح هذا المعدن المنتج في بعض المناطق خامات هامة للرصاص في الطبقات العليا من المنجم. وعلى الرغم من أن خامات الرصاص قد لا تحتوي على خامات الزنك فان معادن الرصاص والزنك كثيرا ما توجد بكميات اقتصادية في ذات الموقع.

وتوجد معظم خامات الرصاص في صخور رسوبية على هيئة عروق،

كإحلالات أو انتشارات في الأحجار الجيرية أو الدولومايت، وفي أحوال قليلة كخامات متخلفة عن ذوبان الصخور الكربونية (الجيرية)، و يرسب الرصاص على هيئة جالينا، من المحاليل المعدنية الساخنة المنبعثة من مصادر نارية في عمق الأرض القريب أو على بعد مسافات ملحوظة من الخامات. وقد تتبع هذه المحاليل المستويات الطبقية في صخور الحجر الجيري، التي يمكن أن تحل محلها بسهولة، لتكون خامات أفقية تقريبا أو قليلة الميل.

القصدير: Tin

واحد من الفلزات الأولى في حياة الإنسان و يستخلص من معدن رئيسي يسمى الكاسيترايت، ويمتاز هذا الأخير بمقاومته العالية للتغيرات الجوية خلال العصور الجيولوجية، حتى انه عثر عليه في أقدم أنواع الحصى مازال على حالته الأصلية، وقد حصل الإنسان على القصدير قبل تمكنه من صهر الحديد بمدة طويلة، إذ أنه من اليسير اختزال أكسيد القصدير (الكاسيترايت) إلى الفلز (القصدير) بواسطة التسخين مع الفحم الخشبي في أفران بدائية من الحجر والطفل. وسبك القصدير مع النحاس يعطي البرونز الذي هو أصلب من القصدير ومن النحاس. وربما كان للصدفة دورها في اكتشاف البرونز القديم (88٪ نحاس و 22٪ قصديرا).

ولقد دخل القصدير ميدان الصناعة من أوسع أبوابه حين تم صناعة علب الطعام من القصدير وان يكن في واقع الأمر أن مقدارا صغيرا جدا من المعدن داخل في صناعة تلك العلب (1,5٪ فقط من وزن العلبة فارغة) والباقي من الصلب، وتتم قصدرة الصلب كهربيا. و يصنع (ورق الفضة) المستعمل في التغليف من صفائح رقيقة من الرصاص مغطاة بقشرة أرق من القصدير، وللقصدير دور هام في السبائك واللحامات ومانعات الاحتكاك وصناعة الحرف، وسيدهش كثير من القراء حين يعلمون أن مئات الأطنان من القصدير تستعمل سنويا في صنع الجوارب الحريرية، إذ يستخدم كلوريد القصدير كمثبت للألوان في صباغة الحرير الطبيعي والصناعي وفي معالجة مادة الجوارب ليزيد من وزنها.

وأكسيد القصدير (ق أ 2) أو الكاسيترايت هو المصدر الرئيسي للفلز بجانب بعض مصادر ثانوية، ولا يوجد القصدير في الطبيعة كفلز كما لا

توجد معادنه في مكان تكوينها إلا إذا عثر عليها مع الجرانيت أو الصخور الجرانيتية وعروق الكوزت والبيجماتايت والأبلايت الخ... وفي كل الحالات ينشأ الكاسيترايت من مواد المصهور البركاني الجرانيتي التركيب. وهناك دليل قوي على أن معظم القصدير قد نشأ عن مصهور بركاني حامضي يحتوي على الفلور والبورون، وعندما يتفاعل الفلز مع بخار الماء يتكون أكسيد القصدير (الكاسيترايت)، أما الفلور والبورون فيؤثران كيميائيا على بعض الفلسبار والبيوتايت (الميكا)، لتكوين التوباز والتورمالين، وهما معدنان مألوف وجودهما مع الكاسيترايت.

الزنك: Zinc

هناك بين الزنك والرصاص صداقة فيوجد هذا حيث يوجد ذاك، والاسم العلمي للزنك هو السفاليرايت أو البلند ومعناه الخادع، إشارة إلى شبهه للجالينا المصدر الرئيسي للرصاص والفضة. واهم استخدامات الزنك هو أن طبقة رقيقة منه تقي ألواح الحديد من الصدأ-اكبر آفات الحديد- لمدة طويلة، وذلك بجلفنته، وفي بداية تلك العمليات كانت جلفنة الألواح تتم بترسيب الزنك على الحديد بواسطة تيار كهربي. ولكن سرعان ما حلت محلها الطريقة البديلة، وهي غمس الحديد المنظف بعناية في حمام من الزنك المنصهر أو بتعريضه لبخار الزنك. كذلك تستعمل ألواح الزنك أو الزنك المدرفل في الأنابيب وفي رؤوس القوارير الزجاجية، وكقطب سالب في البطاريات الكهربية، وفي الأوعية الأسطوانية للبطاريات الجافة، وفي صناعة السيارات كما يدخل تراب الزنك في صناعة الأصباغ والطلاء، وفي صبغة الباريوم والزنك المعروفة باسم ليثربون، ويدخل الزنك في صناعة السبك، بحسب متطلبات الصناعة والحضارة الحديثة.

وقلنا أن السفاليرايت أو الزنكبلند هما الاسمان العلميان لهذا المعدن، بل هما المصدران الرئيسان له. ويوجدان بكميات كبيرة في المناطق الحارة والجافة، وتوجد معادن الزنك مصاحبة لمعادن الرصاص، وربما كانت الأكسدة هي العامل الهام في تحويل أملاح الزنك إلى الزنك ذاته، وتوجد معظم خامات الزنك مثل خامات الرصاص في عروق، أو كإحلالات منتشرة في صخور رسوبية مختلفة وبخامة الأحجار الجيرية والدولومايت، وبكل عام

تترسب معادن الزنك والرصاص بواسطة المحاليل الصاعدة الساخنة المحملة بها، وفي ظروف متوسطة الشدة من الحرارة والضغط أو عاليهتها أحيانا. ومن المسلم به على وجه العموم أن معظم خامات الزنك والرصاص تقريبا- وان / يكن كلها على الإطلاق كما-تدين بأصلها إلى محاليل معدنية ساخنة منبعثة من أسفل، وليمت مدينة به إلى التركيز من صخور عتوية على نسب صغيرة من الزنك والرصاص بواسطة المياه المتسربة إلى أسفل.

الألمنيوم: Aluminum

يعتبر الألمنيوم هو العنصر الثالث من حيث ترتيب انتشار العناصر حسب وفرتها في الطبيعة في القشرة الأرضية بعد الأكسجين والسيليكون، و يتلو الألومنيوم ني الانتشار الحديد، إلا أنه يوجد بكميات تقل كثيرا عن الألمنيوم، وفي عام ,^^اكانت أول محاولة للحصول على فلز الألومنيوم من أكاسيده، ثم كان توفر الطاقة الكهربية بعد ذلك من أهم العوامل المؤثرة في صناعة استخراج الألومنيوم وتوفيره. ولقد وجد أن فلز الألومنيوم على درجة كبيرة من الليونة، تجعله غير صالح للأغراض المختلفة قبل سبكه مع غيره من الفلزات، الأمر الذي بلغ بصلابته درجة تقارب الصلب وان كانت لا تتجاوز الثلث وزنا، ولعل خفة الوزن وزيادة القوة بالنسبة للكثافة وكذلك شدة المقاومة للتآكل والجودة النسبية لتوصيل التيار الكهربي من أسباب التوسع الكبير في استخدامات هذا الفلز حتى غدا بديلا عن كثير من المعادن الأخرى.

و يستخدم الألومنيوم كفلز نقي أو كسبيكة، وتحتوي السبيكة البسيطة المعروفة بالدورالومين على نحو 4٪ نحاس، 95٪ ألومنيوم و١٪ ماغنسيوم ومنجنيز. واهم استخدامات الألومنيوم تتمثل في السكك الحديدية والطرق والنقل البري. ويعتبر الألومنيوم منافسا خطيرا للنحاس في أعمال خطوط نقل القوى الكهربية للمسافات الطويلة، إذ يتيح وزن الفلز الخفيف الفرصة للإقلال من عدد الأعمدة الحاملة للأسلاك، كما أن رخص ثمن الألومنيوم بالنسبة للنحاس يعتبر عاملا اقتصاديا مهما في إنشاء مثل هذه الخطوط. كذلك تدخل رقائق الألومنيوم في صناعة مستلزمات الحرب الإلكترونية، وللألومنيوم دور هام في الصناعات الكيماوية والكهربية والأدوات المنزلية،

ومن حسن الحظ أن الألومنيوم المصنع يمكن استغلاله ثانية من الخردة، على النقيض من القصدير.

ويتم الحصول على الألومنيوم اللازم للتجارة من خام البوكسايت وهو الأكسيد المائي للألومنيوم (لو 2 أ 3 2 يد 2 أ) وهو يشبه الطفل، ويلصق باللسان، ويختلف لونه ما بين الأبيض غير الناصع والرمادي، و يتغير لونه من الأصفر إلى البني أو البني المحمر في حالة وجود شوائب حديدية، ومن أهم الاستعمالات للبوكسايت-فيما عدا إنتاج الألومنيوم-إنتاج وصناعة المواد الخادشة، والحراريات والكيميائيات والأسمنت المتميز والطرب الحراري للأفران التي تعمل تحت أقسى الظروف والشروط، ويتكون خام البوكسايت على سطح الأرض أو بالقرب منه، وذلك بتحلل الصخور الجيرية الطفلية والأحجار الطفلية والصخور النارية الحاوية لنسبة عالية من سيليكات الألومنيوم في أجواء رطبة استوائية، أو شبه استوائية، وتحت هذه الظروف تتحلل سيليكات الألومنيوم في تلك الصخور مكونة أكاسيد الألومنيوم المائية، وقد تلعب البكتريا دورا هاما في تركيز تلك الأكاسيد، والبوكسايت يوجد إما في طبقات أفقية أو مائلة قليلا، وفي بعض الأحيان يتماسك الجزء العلوي منها بتأثير أكاسيد الحديد. وقد يوجد البوكسايت على شكل كريات بازلائية، وقد تتكون بعض خامات البوكسايت عن أصل رسوبي، بواسطة تجمع فتات البوكسايت من الطبقات الأصلية بالطرق الميكانيكية.

وقد تستخدم أنواع أخرى من خامات الألومنيوم، على نطاق محدود، لإنتاج الفلز، ومن أمثلتها اللوسايت أو سيليكات الألومنيوم والبوتاسيوم، وكذلك النيفلين سبانايت أو سيليكات الألومنيوم والصوديوم، ثم الأندالوسايت أو سيليكات الألومنيوم والألونايت والكورندم ورماد اللجنايت (نوع من الفحم الرديء) والطفلة الصيني جميعها تعتبر خامات للألومنيوم واطئة الدرجة.

أ- 3- مجموعة الفلزات والسبائك الحديدية:

الحديد Iron

يعتبر الحديد، رابع العناصر من حيث الانتشار في القشرة الأرضية، وذلك بعد الأكسجين والسيليكون والألومنيوم، و يعزى لعنصر الحديد غالبية الألوان في الطفل والرمل والصخر حتى لقد قيل إن الحديد هو اللون

الرئيسي في علبة ألوان الطبيعة، ولقد أنتج الحديد على نطاق صناعي منذ مئات السنين، وقبل معرفة فلز الألومنيوم، و يرجع ذلك أولا إلى وجود أكاسيد الحديد في الطبيعة في حالة تسمح بوضعها في الأفران مباشرة. وثانيا إلى أنه يمكن بواسطة الفحم أو الكوك اختزال أكاسيد الحديد، والحديد هو من أعظم المعادن ضرورة وأهمية، فهو العمود الفقري للحضارة الحديثة، حتى ليقال إنه لو أزلنا من العالم الحديد المستخدم الآن لانهارت المدنية، ولعانت من تغير جذري. ولقد تفنن الإنسان في استعمال الحديد منذ نحو ثلاثة آلاف سنة.

ولقد سبق العصر الحديدي في طريق البشرية بالعصر الحجري والعصر البرونزي، وإذا كنا نقول: إن الحديد أوفر من النحاس والقصدير فان دواعي تأخر استخدامه ترجع إلى أن الحديد النقي شديد الرخاوة، ولقد استغرق التحكم في نسبة الكربون لزيادة صلابة الحديد وقتا طويلا من الإنسان، بجانب أنه لم تكن هناك حاجة ملحة للحديد، فلم تكن حضارة الإنسان قد استلزمت إطارا صلبا بعد، و بدئ بصناعة الحديد الزهر منذ نحو ستمائة عام تقريبا، في أفران اتحد فيها الحديد مع بعض الكربون، ومن نافلة القول أن أهمية الحديد العظمى بدأت منذ الوقت الذي ارتقت فيه قوة البخار، وتباعا تزايد الإنتاج، والحديد الخام يتحول إلى فلز في الأفران العالية. و يلزم لكل طن منتج طنان من الخام ونصف طن من الحجر الجيري وطن من فحم الكوك وأربعة أطنان ونصف الطن من الهواء تقريبا. ويحول الحديد الخام إلى الحديد الزهر في المسبك، أو إلى الحديد المطاوع في أفران التقليب، أو إلى صلب في فرن سيمنز مارتن أو محول بسمر. ويحتوي الصلب على مقدار معين من الكربون يكون عادة أقل من 1 ٪ و بنهاية عظمى 1,6 ٪ و يستعمل اليوم الفرن الكهربي في صناعة أنواع من سبائك الصلب عالية الجودة. وإذا تحدثنا عن الاستخدامات فلا شك أن ذلك سيطول، و يكفي أن يتلفت الإنسان حوله ليرى أن الإطار العام والعمود الفقري لحضارة الإنسان اليوم قائمة على الحديد بكل أنواعه.

أما عن تواجد الحديد فان مصادره الرئيسية-برغم قائمة من المعادن طويلة وتحتوي عليه-فهي الماجنتايت (ح 3 أ 4) ويحتوي نظريا على 72٪ حديد و يسمى أحيانا بالخام الأسود أو ا لمغناطيسي، والهيماتايت (ح 2 أ 3)

وهو خام أحمر يحتوي على 70٪ حديد، والليمونايت 2 (ح 2 أ 3) 3 يد 2 أ، وهو خام بني يميل إلى الصفرة، يحتوي على 60٪ حديد مع كميات مختلفة من الماء داخلة في التركيب، ثم أخيرا السيدرايت ح ك أ 3، و يعرف أحيانا باسم الشاليبايت ويحتوي نظريا على 48 ٪ حديد، وله ألوان تتراوح بين الرمادي والبني.

المنجنيز Manganese

يعتبر المنجنيز واحدا من الفلزات الهامة، وهو يستعمل في صناعة الصلب كمساعد ضد الأكسدة وللتخلص من الكبريت، وهو بهذا عامل تنقية فقط أثناء عمليات الصهر، ولا يدخل في التركيب النهائي للصلب ذاته. و يعتبر هذا الاستخدام الرئيسي للفلز بجانب استخدامات كيميائية أخرى. وفي خلال عمليات صناعة الصلب يضاف (الفيرومنجنيز) وهو سبيكة تحوي 85٪ منجنيز و20٪ من الحديد والكربون إلى شحنة الفرن لتفادي تكوين أكسيد وكبريتور الحديد الضارين بالصلب المنتج. وحينما يحتوي الصلب على قرابة 1 ٪ من المنجنيز فانه يكون اكثر مرونة من الصلب العادي، ومن ثم، يستخدم في الأعمال الإنشائية وقضبان السكك الحديدية، وإذا ما زادت نسبة المنجنيز إلى نحو 12 ٪، كان الصلب المنتج لازما في صناعة السيارات، وسدات تكسير الصخور، و بعض مهمات التعدين التي تحتاج لقوة شد عالية ومقاومة للخدش والاحتكاك. كما أن المنجنيز يسبك أحيانا مع الفلزات غير الحديدية كالنحاس والألومنيوم لصناعة برونز المنجنيز وغيره.

ولا يوجد المنجنيز في الطبيعة على هيئة الفلز، ولكن يحصل على معظمه من أكسيد المنجنيزم أ 2 (بيرولوزايت) وأكسيد المنجنيز المائي (بسيلوميلين) وجميعها سوداء اللون. وبجانب ذلك توجد أكاسيد أخرى أقل أهمية أما كربونات المنجنيز فتوجد في الطبيعة على هيئة معدن (الرودوكروازايت) م ك أ 3، كما توجد السيليكات على هيئة معدن الرودونايت (م س أ 2) ولونها بمبي، وليست لهما أية فائدة تجارية، إلا إذا تأكسدا لأحد المعادن السوداء.

كذلك يوجد المنجنيز على شكل عقد وطبقات غنية بالمنجنيز نتيجة لتحلل معادن المنجنيز الأولية، ثم تركيز نواتج ذلك التحلل بواسطة العوامل

الطبيعية، وقد توجد تلك العقد والطبقات فوق قاع البحار والبحيرات، حيث يحدث الترسيب عادة بفعل الطحالب والبكتريا.

النيكل Nickel

هناك قول مأثور مفاده، أن قليلا من الملح يصلح الطعام، وكذلك الحال بالنسبة للاستهلاك الكلي للنيكل في الصناعة، إذ يدخل النيكل في السبائك الخاصة بالماكينات النفاثة التي تتحمل درجات الحرارة العالية، والنيكل من الفلزات الهامة جدا في صناعة السبك لإنتاج صلب متعدد الأغراض وشديد المقاومة للتآكل والصدأ.

ولقد وجد أن إضافة مقدار صغير من النيكل للحديد الزهر يزيد من متانته وصلادته ومقاومته للتآكل وقابليته للسبك، وتستعمل أنواع حديد زهر النيكل في ماكينات السيارات والديزل، ومعدات الدرفلة والبترول، والبلوف والطلمبات وضاغطات الهواء، والأجهزة الكيماوية وأغراض أخرى متعددة. و بشكل عام فان لسبائك النيكل الحديدية خواص مغناطيسية وكهربية وحرارية تتوقف على نسبة النيكل المستعمل، وتستعمل السبائك المحتوية على45- 80٪ نيكل في تغليف كابلات الغواصات والأجهزة الدقيقة، و بسبك النيكل مع النحاس تزداد قدرة الأخير ومقاومته للتآكل. وعندما يضاف الزنك للنيكل والنحاس تنتج مجموعه من السبائك تستعمل في أغراض الزينة كما تستخدم في صنع الأواني التي تطلى بالفضة. كذلك يسبك النيكل مع البرونز والألومنيوم بما يفيد في صناعة الطائرات وأجهزة غزو الفضاء وغيرها.. بجانب ذلك يستعمل النيكل في الطلاء الكهربي والصناعات الكهربية والبترولية والتفاعلات الكيماوية والأسلحة الحربية.

وتوجد خامات النيكل على شكل مركب معقد من كبريتيد حديد ونحاس ونيكل، وأحيانا مع بعض فلزات المجموعة البلاتينية. و يوجد النيكل في تلك الخامات على شكل معدن مع بنتلانديت (ح ني 2 كب) مشتركا مع البيرهوتايت، والكالكوبيرايت (وهي معادن حديد ونحاس. (ويحتوي الخام في المتوسط على حوالي 3٪ نيكل و 2٪ نحاس، وتوجد الخامات عادة على أعماق بعيدة متقطعة بالقرب من صخور النورايت (صخر ناري قاعدي).

الكروم Chrome

أهم استخدامات الكروم في الصناعة هو إنتاج السبائك المختلفة، وعلى الأخص صلب الكروم. يلي ذلك دوره في الحراريات والبويات المستخدمة في طلاء السيارات. فإذا أضيف الكروم وحده أو مع غيره من الفلزات بنسب صغيرة ومتوسطة إلى الصلب الكربوني يكتسب الصلب صلابة ومرونة ومقاومة للتآكل، وكذلك مقاومة كهربية عالية. و يضاف الكروم في صورة فروكروم Ferrochrome وهو سبيكة من الكروم والحديد،. الصلب الناتج، يستخدم في صناعة السيارات والمدرعات وعربات السكك الحديدية والكباري. والنوعية غير القابلة للصدأ منه تستخدم في صناعة أدوات المائدة وغيرها من الأدوات المنزلية و بعض مهمات المصانع الكيميائية، وللصلب الكروم والنيكل (18 ٪ كروم، 8٪ نيكل) استعمالات شتى، من أهمها صناعة الطائرات والصواريخ وسفن الفضاء، لما لتلك السبيكة من قوة وخفة في الوزن. ولأملاح الكروم فوائد جمة في الصناعات الكيميائية للصباغة والدباغة والتصوير الفوتوغرافي وفي إزالة ألوان الزيوت وفي صناعة أعواد الثقاب.. الخ..

والخام الوحيد لفلز الكروم هو معدن الكرومايت المركب من أكسيد الكروم (68٪ كر 2 أ 3) وأكسيد الحديد (32٪ح أ). ويختلف لون الكرومايت من البني الغامق إلى الأسود. و يوجد على هيئة عدسات أو كتل مسطحة أو حبيبات أو عروق في الصخور فوق القاعدية مثل السربنتين وغيرها. ومعظم خامات الكرومايت تنفصل من المصهور البركاني بعد تبلورها في المراحل الأولى والأخيرة لتجمد المصهور، وقلة من تلك الخامات تتكون بفعل المحاليل الايدروحرارية.

الكوبالت Cobalt

حتى منتصف القرن الماضي، كان الاستخدام الشائع للكوبالت هو في تلوين الزجاج و بخاصة بالألوان الزرقاء أو الخضراء، وكذلك القيشاني، وظل الحال كذلك حتى اكتشفت صناعة السباكة، فكانت هناك السبائك المختلفة، ومنها صلب الكوبالت، و يستخدم الكوبالت الآن بكثرة في معالجة المعادن وصناعة السبائك غير القابلة للصدأ من نوع ستيلايت stellite

ذات الجهد الفائق، مثل الماكينات النفاثة وأجهزة سفن الفضاء، وكذلك تستخدم كثير من سبائك الكوبالت الحديدية وغير الحديدية في صنع مغناطيسات قوية دائمة لرفع أحمال ثقيلة. ومن المقرر أن الكوبالت هو أفضل رابط لكربيدات التنجستن، ومواد القطع المماثلة المتناهية الصلادة. كذلك للكوبالت وأملاحه دور هام في الصناعات المختلفة وفي تربية الحيوان وفي فصل نظائر اليورانيوم.

ويحصل العالم على حاجته من الكوبالت كمنتج إضافي من خامات معقدة. لفلزات أخرى مثل النحاس والفضة. والكوبالت يوجد عادة على هيئة كبريتيد وزرنيخيد. واكثر معادن الكوبالت أهمية هي الكوبالتايت واللينايت والسماليتايت التي توجد كمعادن أولية.

الكادميوم Cadmium

برغم حداثة معرفته فإنه أصبح واحدا من أهم المعادن في خدمة الإنسان، و بخاصة بعد معرفة سر صناعة السباكة، فهو يستخدم في تغطية الصلب وجعله مقاوما للصدأ بدرجة كبيرة، وامتد استعماله إلى تغطية معادن أخرى كالحديد والرصاص والفضة وغيرها، وهو يدخل في صناعة شموع الانصهار وفي أجهزة الأمان المختلفة وألواح الطباعة (الكليشيهات). وبجانب ذلك فأملاح الكادميوم لها دور في الصناعات الطبية والبويات والمطاط والبطاريات الكهربية العيارية وغير ذلك.

ويحصل على الكادميوم اقتصاديا كإنتاج جانبي عند معالجة خامات الزنك. ومعدن الجرنيوكايت أو كبرتيد الكادميوم الأصفر هو معدن الكادميوم الوحيد ذي الأهمية وهو مع ذلك لا يوجد منفردا في الطبيعة.

التنجستن Tungsten

واحد أيضا من عناصر السباكة الهامة، حتى لقد قدر أن ما يسبك منه مع الصلب يعادل 95٪ من إنتاج العالم، و يستخدم الباقي في أغراض كثيرة منها أسلاك المصابيح الكهربية حيث يتطلب صنع مائة مليون مصباح كهربي أقل من طنين من فلز التنجستن. و يستعمل الفلز أيضا في صمامات اللاسلكي وأجهزة الأشعة والأجهزة الكهربية وفي شموع الاحتراق لما للفلز

من نقطة انصهار مرتفعة (3370 م). وتمكن قابلية الفلز للسحب، ومتانة شده العالية من سحبه إلى سلك رفيع جدا يبلغ قطره واحدا من خمسة آلاف من البوصة.

أما دور التنجستن في صناعة السباكة فأمر له خطورته الكبرى. فهو يستخدم في تجهيز أنواع من الصلب التي تستخدم في صناعة الآلات العالية السرعة والفائقة المتانة والتي تقطع الصلب العادي بالسهولة التي تقطع بها السكين الجبن. ومن ثم فلا غنى عنها في مصانع الذخيرة وسفن الفضاء.. ويشترك التنجستن في صناعة السباكة مع عناصر أخرى مثل الموليبدنم والكوبالت، ومن استعمالات التنجستن الهامة صناعة كربيد التنجستن، الذي يعد من أصلب عوامل القطع المعروفة بعد الماس وكربيد البورون. بجانب كل ذلك فللتنجستن ومركباته استخدامات أخرى في صناعات أخرى.

وأهم مصادر التنجستن معادن الولفرام والشيلايت والفربرايت وغيرها.. وكثيرا ما يصاحب الولفرام(ح م تن أ 4) الكاسترايت (معدن القصدير) في عروق الكوارتز والبجماتايت التي تخترق الصخور الجرانيتية والصخور المتحولة عن أصل رسوبي. ومن المعروف أن الولفرام أقل ثباتا من الكاسيترايت، ويمكن تشققه إلى قشور رقيقة في اتجاه واحد، وبذلك تتعرض سطوح إضافية فيه للعوامل الجوية، وعلى ذلك فيمكن استغلال الولفرام على نطاق ضيق، وكإنتاج جانبي في مناجم القصدير.

الموليبدنم Moly bdenum الاستخدام الرئيسي للموليبدنم يكاد يكون قاصرا اليوم على السباكة وصناعة أنواع خاصة من الصلب، فإضافة ١٪ أو أقل من الموليبدنم وحده، أو مع غيره من العناصر المستعملة في سبائك الصلب تضفي على الصلب مرونة وقوة لتحمل الشد والسحب، وتستهلك كميات كبيرة من الموليبدنم في صناعة أدوات الخراطة، وذات السرعة العالية التي تقطع في الصلب العادي كالسكين في الجبن. وتجد أنواع الصلب المحتوي على الموليبدنم استخدامات كثيرة، في أجزاء السيارات وأدوات الماكينات، والكباشات ومهمات الطلمبات والطائرات وغيرها وغيرها.. . أما أنواع الصلب المحتوية على نسب عالية منه فتستخدم في صناعة المغناطيس الدائم، وفي الأغراض التي تتطلب صلبا غير قابل للصدأ.

كما يستخدم الموليبدنم في صورته الفلزية في الصناعات الكهربية والأفران الكهربية وفي صناعة صمامات أجهزة الأشعة السينية وأجهزة اللاسلكي، ولأملاح الفلز أهمية لا تجحد في الصناعات الكيميائية.

يوجد الموليبدنم في الطبيعة على هيئه فلز، بل يحصل عليه من معدنين اثنين هما الموليبدنايت أو كبريتيد الموليبدنم (موكب 2) والولفينايت (رمو أ 4) ويعتبر الأول المصدر الرئيسي للعنصر وهو معدن ناعم الملمس، لونه رمادي، كالجرافيت في مظهره، ويترك لونا على الورق، ويغلب وجوده مصاحبا للجرانيت والصخور الجرانيتية، وخصوصا البيجماتايت الجرانيتي، وكذلك يعثر عليه في عروق المرو. وربما يوجد الموليبدنم في الأحجار الجيرية بواسطة إحلال المعدن. فيها بمحاليل معدنية، صادرة من صخور جرانيتية قريبة تحتوي بدورها على المعدن.

الفانديوم vanadium

لقد قدمت صناعة السباكة في هذا القرن، ومنذ أواخر القرن الماضي أجل الفائدة للحضارة الآنية. والفانديوم واحد من عناصر السباكة الهامة، حتى أن 95٪ من جملة إنتاجه تدخل في صناعة أنواع خاصة من سبائك الصلب اللازمة للآلات عالية السرعة. ويتبقى 5٪ من مجموع الإنتاج ليستخدم في صناعات كيماوية مختلفة. فمثلا يستعمل الفروفناديوم في صناعة الصلب، حيث يقوم الفناديرم بإزالة الأكسوجين، والمساعدة على إنتاج صلب جيد ناعم الحبيبات ومتجانسها، له متانة ملحوظة ومقاومة لدرجات الحرارة العليا، وكم لهذه من استخدامات في حضارة العصر، وككل عناصر السباكة يدخل الفاناديوم منفردا أو مشاركا لعناصر أخرى كالموليبدنم والنحاس والبرونز وغيره في صنع مسبوكات عالية القيمة. أما من ناحية الصناعات الكيماوية فأملاح الفانديوم لها دور في الطباعة والصباغة والبويات والعقاقير كعامل مساعد في تحضير حامض الكبريتيك.

و يوجد الفانديوم متحدا مع عناصر أخرى في الصخور النارية والرسوبية، وفي البقايا العضوية، وفي أرماد البتومين والإسفلت والبترول والفحم. أما أهم معادن الفانديوم فهي الباترونايت (فا كب 4)، والدسكلويزايت، وهو معدن معقد من الرصاص والفانديوم.. ومعادن أخرى..

إلا أنها تختلف في كيفية وجودها، ذلك لأن خامات الفاناديوم قد تكون من أصل ناري أو رسوبي أو عضوي.

الليثيوم Lithium

دخل الليثوم أيضا في صناعة أنواع معينة من السبائك المعدنية، وغير المعدنية، إذ يضفي عليها صلابة ومتانة وقوة تحمل إضافية، كما في حالة سبائك معادن الكراسي والكترودات النحاس، وتغليفات الكابلات الرصاصية كما أنه يستخدم كمزيل للغازات والأكسوجين والكبريت وكعامل تنقية عام في بعض السبائك. وكذلك في إحداث جو متعادل في الأفران المستخدمة في المعالجة الحرارية. وبجانب ذلك فلليثيوم استخدامات أخرى كما في الألعاب النارية. والصناعات الدوائية وكمزيل للرطوبة في أجهزة تكييف الهواء والزجاج وغير ذلك.

والمعادن الأساسية كمصدر لهذا العنصر هي السبودمين والامبليجونايت والليثياميكا.. وتتواجد في البيجماتايت الجرافيتي.

أ-4- مجموعة الفلزات النادرة Minor Metals

الانتيمون: Antimony

واحد أيضا من مفردات عائلة السباكة الهامة التي أوجدتها الحضارة الحديثة، وان تكن معرفة أملاحه موجودة منذ القدم، حيث استعملت السيدات الشرقيات مسحوق الاستينايت والانتيمونايت الخام لتكحيل جفون العيون.. أما في مجالات السباكة فان الرصاص الصلب المحتوي على 4-12٪ أنتيمون، يستخدم في عمل البطاريات السائلة وألواح الرصاص، والمواسير الرصاص المستعملة في الصناعات الكيماوية، وكذلك في الصناعات الكهربية والاتصالات السلكية واللاسلكية، وفي الصناعات الحربية والطلاء والزجاج والمطاط والثقاب وغير ذلك. وسبيكة الانتيمون مع الرصاص أو القصدير أو النحاس تكون عادة ذات مقاومة جيدة للاحتكاك، ولها دور كبير في صناعة أحرف الطباعة واللينوتيب والمونوتيب وغيرها.

و يعتبر معدن الاستبنايت (نت 2 كب 3) المعروف. أحيانا بالأنتيموانيت

المصدر الأساسي لهذا الفلز، وهو يوجد أحيانا في حالته الطبيعية غير متأثر بالعوامل الجوية، ولكن في غالبية الأحوال يوجد متحولا إلى الأكاسيد غير القابلة للذوبان وذات اللون الأبيض والأصفر مثل السرفانايت والسينارمونتايت والفالنستينايت Cervanite senarmontite & vaIentenite. وتتكون أغلب خامات الأنتيمون ذات القيمة الاقتصادية تحت درجات حرارة وضغوط منخفضة نسبيا على أبعاد بسيطة من سطح الأرض، أو بالقرب منه. ولكن يوجد الاستبنايت أيضا في عروق من المروتكن قد تكونت في ظروف جوفية على أعماق كبيرة من سطح الأرض مع بعض الصخور النارية مثل الجرانيت. كما قد يتكون الاستبنايت بطريقة الإحلال في الصخور الجيرية والطفل، حيث يكون عادة مصحوبا بالجالينا (كبريتور الرصاص).

التنتالام والنيوبيام (كولمبيام) Tantalum & Niobium

يعتبر التنتالام اكثر احتمالا للذبذبات القوية من التنجستن في حالة استخدام تيار كهربي مستمر. والفلز واحد من الفلزات النادرة الهامة صناعيا، نظرا لمرونته وتماسكه واحتماله للسحب والشد وصلابته ومقاومته الفائقة للتآكل بواسطة أغلب الأحماض. و يدخل النيوبيام (الكولمبيام) في سبيكة الصلب، إذ يكسب هذا العنصر صلب الكروم خواص ممتازة، وهو يدخل في صناعة الطائرات ومراكب الفضاء وخاصة أجزاء الماكينات التي تتعرض لدرجات حرارة عالية. وتستخدم سبائك الحديد والتنتالام في صناعة آليات والمناشير وآلات الخراطة ذات السرعة العالية، و يعتبر كربيد التنتالام من أشد المواد المعروفة صلابة، إذ تبلغ صلابته درجة مساوية للماس، ودرجة انصهاره عالية جدا. كذلك يسبك التنتالام مع الحديد والنيكل والتنجستن والموليبدنم والكروم لإنتاج متطلبات المقاومة الشديدة للتآكل.

والمصدران الوحيدان للتنتالام والنيوبيام أو الكولمبيام هما معدنا التنتالايت والكولمبايت اللذان يكونان طرفي مجموعة معدنية تحتوي على الفلزين بنسب مختلفة. وتلك المعادن تشابه معادن القصدير وتكون في مصاحبتها.

الزرنيخ Arsenic

الزرنيخ عنصر سام، يستخدم في المبيدات بأنواعها، وتلك خاصته

الأساسية واستخداماته الكبيرة، ومع ذلك فهو مفيد في صناعات الطلاء والزجاج، حيث يستخدم أكسيد الزرنيخ كعامل مؤكسد في صناعة الزجاج، وفي إزالة الخضرة غير المرغوب فيها، والتي تشوب الزجاج نتيجة لوجود أكاسيد الحديد. كما يستخدم أكسيد الزرنيخ في الطباعة على الأقمشة وفي تثبيت صبغة الأنيلين، وفي مستحضرات طبية عديدة.

أما استخدام الفلز كسبيكة فأمر ليس له من الأهمية ما للفلزات الأخرى كما بينا من قبل، ومع ذلك فإضافة 4٪ من الفلز للرصاص المنصهر المستعمل في صناعة الذخيرة، يكسبه صلابة، ويسبك الزرنيخ أيضا مع النحاس وغيره..

والمصدر الرئيسي للزرنيخ هو الغازات المتصاعدة من المصانع المتخصصة في معالجة الذهب والنحاس، وبعض الفلزات الأخرى الحاوية على نسبة من الزرنيخ. وينقى أكسيد الزرنيخ في تلك الغازات ويباع كمسحوق أبيض، أما أهم خامات الزرنيخ فهو الارزينوبيرايت Arsinopyrite الرمادي اللون المسمى أحيانا مسبكل ,Mispickel والذي يسبب كثيرا من الصعوبات في مناجم الذهب والنحاس والقصدير والتنجستن والرصاص والزنك التي يصاحبها هذا الخام عادة. ومن خامات الزرنيخ أيضا كبريتور الزرنيخ (زكب) المسمى (يالجار)، ذي اللون البرتقالي الأحمر، وهناك أيضا معدن الاوربيمنت (زكب 3) ولونه أصفر ليموني. وقد يوجد الزرنيخ في الطبيعة في صورته الفلزية مع بعض خامات الرصاص والفضة والنيكل والكوبالت، ولكن بنسب بسيطة.

البزموت Bismuth

عنصر من عناصر الصناعات الكيميائية والطبية والسباكة ففي الصناعات العامة نجد أملاح البزموت تدخل ي صقل القيشاني وصناعة الزجاج. وفي المجالات الطبية له دور كبير في تحضير المستحضرات الطبية ومستحضرات التجميل. و يستخدم البزموت غالبا متحدا مع القصدير والرصاص والزئبق والكادميوم لصنع سبائك سهلة الانصهار، إذ ينصهر الكثير منها في الماء الساخن قبل غليانه، أو بمجرد لمسها باليد. ومعدن وود Woods Metal مثلا يحتوي على 68٪ بزموت و 18٪ قصدير و 14٪ كادميوم

تقريبا، و ينصهر عند 60 درجة مئوية. تلك السبائك منخفضة درجة الانصهار، تصلح كانصهارات أمان fuses للأجهزة الكهربية والإلكترونية، وكذلك كسدادات أمان plugs في المراجل وأشباهها، وفي القنابل الذرية ومعدات الرادار ومشروعات الطاقة النووية.

و يوجد البزموت في الطبيعة إما خالصا كفلز أو على شكل معدن كبريتيد البزموت المسمى البزموتينايت (بز 2 كب 3). و يوجد المعدنان مغطيين في الطبيعة عادة بقشره رقيقة من أكسيد يميل للصفرة، هو مغرة البزموت Bimet Ochre. وبشكل عام لا توجد معادن البزموت في الطبيعة بمقادير، اقتصادية وإنما يحصل عليه اقتصاديا كإنتاج جانبي أثناء صهر الخامات الأخرى، مثل خامات النحاس والرصاص والذهب والفضة وتوجد معادن البزموت غالبا مصاحبة لخامات القصدير والتنجستن وكبريتيدات الفلزات القاعدية.

البريليوم Beryllium

الكثير منا يعرف الزمرد، وما الزمرد إلا حجر كريم شفاف ذو لون أخضر جميل وهو علميا نوع من مركبات البريليوم. ولكن ليس كل ألجرتليوم كريما، فهناك أيضا نوعية منه تسمى (اكوامارين) ذات لون أزرق مشوب بخضرة.. وكلاهما من أنواع البريل Beryl المركب من سيليكات البريليرم والألمنيوم. والبرليوم يقارب القصدير في لونه الأبيض، وعلى درجة كبيرة من خفة الوزن، إذ يثقل قليلا عن الماغنسيوم، ويخف كثيرا عن الألومنيوم، (كثافة) البريليوم ,85 1 والألومنيوم 2 ,70 ثم هو بعد كل ذلك يمتاز بالقوة والصلابة ومقاومة عالية للحرارة والتآكل، ومن ثم فهو يكسب السبائك التي تحتوي عليه نفس هذه الصفات بدرجات متفاوتة، وتمتاز سبيكة البريليوم مع النحاس مثلا-بجانب صلابتها وقوتها-بعدم إنتاجها للشرر، وهي صفة تحتاجها الصناعة والتطور.. . وألجريليوم كذلك يخلص الصلب من الكبريت و يدخل في صناعة أنابيب الأشعة السينية، ولأملاح البريليوم فوائد جمة في صناعات رتاين المصابيح والصيني، وفي المستحضرات الطبية.

أهم مصدر للبريليوم، هو معدن البريل (بل 2 لو 2 س 2 أ 18) الذي

يحتوي على5٪ من الفلز. و يوجد غالبا في صخور البيجماتايت الخشنة الحبيبات وفي بعض الأحيان في فجوات من الجرانيت.

التيلوريام Tellurium

معدن من معادن الصناعة الكيميائية والسباكة، فسبائك التيلوريام مع الألومنيوم تمتاز باحتمالها للشد. ثم أن للتيلوريام استخدامات صناعية أخرى وهامة في مجالات صمامات الراديو والطلاء المميز والزجاج والصيني والمطاط والتصوير الفوتوغرافي، وفي مجالات كيميائية وطبية متنوعة. و يوجد التيلوريام في الطبيعة متحدا مع العناصر الأخرى كالذهب والفضة. وأهم تيلوريد للذهب هو معدن كالافيرايت («ذف» تل 2)، وهو يتكون من المحاليل المعدنية، تحت درجة حرارة وضغط غير عاليين نسبيا. ويحصل على التيلوريام كفلز من الرواسب المتكونة أثناء تنقية النحاس بالتحليل الكهربي بنسبة 3 إلى 67 رطلا لكل مائة طن من النحاس تقريبا.

الماغنسيوم Magnesium

يعتبر الماغنسيوم أخف الفلزات وزنا، ومن ثم فسبيكته مع غيره من فلزات تكون ذات نفع كبير في صناعة الطائرات والصواريخ، وكذلك هي لازمة في الأغراض التي تتطلب القوة مع الخفة. وللماغنسيوم دور كبير في الصناعات الحربية والإلكترونية والتصوير، كما تستخدم شرائط وأسلاك الماغنسيوم في التخلص من الغازات غير المرغوب فيها من صمامات الأجهزة اللاسلكية، نظرا لقابليته الشديدة للأوكسجين، يحصل العالم على حاجته من فلز الماغنسيوم من معدن الماجنيزايت الذي يتركب من كربونات الماغنسيوم (ما ك أ 3). كما يستخدم خام الدولومايت على نطاق أضيق، وهو يتركب علميا من كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنسيوم. وهناك أكسيد مائي للماغنسيوم يسمى بورسايت (ما أ يد 2 أ) يعتبر هو أيضا مصدرا من المصادر، وان يكن ثانويا، كذلك كان الكارنالايت الذي يتركب كيميائيا من كلوريد الماغنسيوم والبوتاسيوم مصدرا للماغنسيوم.

ولمعدن المغنيزيت-بخلاف كونه أحد مصادر الماغنسيوم-استعمالات أخرى كصناعة الطوب الحراري، وكطارد لثاني أكسيد الكربون، وفي صناعة

الأسمنت الخاص وفي صناعة المطاط والصناعات الطبية والورق والتسميد وتكرير السكر، وكمادة للصقل والتلميع. و يوجد المغنيزايت في الطبيعة، أما متماسكا أو متبلورا، وهو في كلتا الحالتين ذو أهمية تجارية كبرى. فأما المتماسك غير المتبلور فيوجد عادة في عروق منتشرة في صخور السربنتين الناشئة عن الصخور النارية القاعدية. وهو يتكون من تفاعل المياه المتسربة الحاملة للكربونات مع السربنتين المحتوي على نسبة عالية من أكسيد الماغنسيوم. أما النوع المتبلور فيتكون عادة نتيجة لعمليات إحلال الدولومايت أو الحجر الجيري، بواسطة المحاليل الناتجة من المصهور البركاني او الماجماMagma والحاوية على أكسيد الماغنسيوم، وأن كان يتركز معظم أكسيد الماغنسيوم في كثير من الحالات في الدولومايت ذاته.

الزئبق Mercury

الزئبق هو الفلز الوحيد الذي يوجد سائلا في درجات الحرارة العادية، ولقد كان ولا زال من أهم استخداماته جمع الذهب من الحصى والصخر المكسر أو الخام المحتوي على هذين الفلزين الثمينين اللذين يكونان ملغما عند اتحادهما بالزئبق. ثم يسخن الملغم هذا في قوارير خاصة فيصعد الزئبق على هيئة بخار مسترجع تاركا خلفه الذهب والفضة على هيئة كتلة إسفنجية نقية تقريبا. وعلى الرغم من أن طريقة الملغمة هذه تستبدل أحيانا بطريقة السيانيد إلا أنها ما زالت لها أهميتها. و يستخدم الفلز بجانب ذلك في الصناعات الكهربية وغيرها كالزئبق في الترمومترات والبارومترات، وفي الصناعة يستعمل الزئبق كمادة للتشغيل بدلا من بخار الماء في بعض الغلايات، ولمركبات الزئبق عشرات من الاستخدامات في الصناعات الصيدلية وطب الأسنان وفي الصناعات الحربية، كما يستغل أكسيد الزئبق الأحمر في طلاء قيعان السفن والبواخر لحمايتها، إذ يصبح هذا الأكسيد ساما بعد اتحاده بالكلور الموجود في ماء البحر.

و يستخلص معظم الزئبق من معدن السينابار، وهو كبريتيد زئبق أحمر يحتوي على 86٪ من الفلز، و يوجد هذا المعدن في كل العصور الجيولوجية في صخور مختلفة مثل الأحجار الجيرية والشست المتبلر والصخور النارية. و يعتقد أن السينابار قد ترسب من محاليل مائية ساخنة خلال فترات

النشاط البركاني. بجانب ذلك فان مقدارا قليلا من الزئبق يوجد في الطبيعة على شكل كريات صغيرة.

اليورانيوم والراديوم والبلوتونيوم Uranium, Radium & Plutonium

حظي اليورانيوم باهتمام العالم بعد اكتشاف الأستاذ ومدام كوري للراديوم من خام اليورانيتايت أو البتشبلند عام1898 ثم زاد الاهتمام به بعد تفجير القنبلة الذرية في هيروشيما في 6 أغسطس عام 1945 وفي نجازاكي بعد ذلك بثلاثة أيام. و بلغ الاهتمام حد القلق والخوف حين أدرك العالم ما لهذا العنصر من تأثير فعال في إفناء الحياة لو قامت حرب ذرية، وكان ذلك وجها للاهتمام يضاده و يعاكسه الأمل في ازدهار للمدنية والحضارة القائمة، إذا ما استعملت الطاقة الذرية للأغراض السلمية.

وهكذا، كانت أهم مميزات معادن اليورانيوم هو استخلاص ما بها من راديوم لما سبق ذكره من أهداف (100 جرام من الراديوم تستلزم 450 طنا من أكسيد اليورانيوم)، ومع الوقت فقد ذاك الراديوم أهميته وأصبح لليورانيوم الأهمية الأولى بعد اكتشاف عمليات انشطاره في الأفران الذرية لأول مرة في عام 1939.

وعندما يجتمع اليورانيوم والماء الثقيل، بنسب محدودة و بكميات كافية، يبدأ تفاعل مستمر وتنطلق من اليورانيوم كميات ضخمة من الطاقة في صورة غير متفجرة ويمكن التحكم فيها. ويمكن إنتاج الطاقة الذرية بوضع فلز اليورانيوم في جيوب أسطوانية من الجرافيت النقي في مفاعل أولى محاط بطبقة سميكة من الخرسانة للوقاية من النيوترونات وأشعة جاما.

ومن المعروف أن لليورانيوم ثلاثة أوزان ذرية مختلفة، هي 234 و 235 و238. واليورانيوم 238 هو اكثر الأنواع وفرة في الطبيعة. و يوجد النظيران 235 و 238 في الطبيعة معا بنسبة 140:1 ولا يمكن فصلهما عن بعض بأية طريقة كيميائية، وكانت أول طريقة اتبعت لفصلهما طبيعيا هي الطريقة التي استعملت في مشروع القنبلة الذرية الأولى، ثم تم الفصل على نطاق معملي في عام ,1940 ويتكون فلز البلوتونيوم من انتشار اليورانيوم 235 مصحوبا بازدياد القوة الذرية بنحو مائة مرة. ومن ثم فلا وجود لعنصر البلوتونيوم هذا في الطبيعة وكان أول تحضير له في عام 1942.

قلنا إن اليورانيوم يوجد في معدن البتشبلند الأسود اللامع، والمعقد جدا لما يحتويه كيميائيا من أملاح اليورانيوم والصوديوم والثوريوم أو الزركونيوم بالإضافة في أغلب الأحيان لفلزات مجموعتي اللانثانام والايتريام، بل ويحتوي كذلك على غازات الآزوت والهليوم والأرجون.. وبجانب ذلك المعدن المعقد يعتبر معدن الكارنوتايت (مركب الفانادات المائية الصفراء) مصدرا آخر لليورانيوم له أهميته. و يوجد معدن البتشبلند في صخور البيجماتايت والجرانيت وفي بعض العروق المحتوية على خامات القصدير والنحاس أو الرصاص والفضة، حيث يترسب اليورانيرم من المحاليل المعدنية. وتد يصاحب البتشبلند كثير من معادن أكاسيد اليورانيوم ذات الألوان الجميلة مثل معدن الثوربينايت الأخضر والاوتونايت الأصفر الليموني أو الكبريتي، والكورايت (نسبة إلى مدام كوري) البني المحمر.. . الخ. ولقد ثبتت علاقة وثيقة بين هذه الخامات وخامات النحاس كما في إقليم شابا بزائير، والتي تكونت من محاليل المصهورات البركانية.

التيتانيوم: Titanium

يعتبر التيتانيوم واحدا من عناصر السباكة الهامة، وله أيضا ذات الأهمية في الصناعات الكيماوية. ففي مجال السباكة نجد سبائك الفروتيتانيوم والفروكربوتيتانيوم. كذلك فان لكربيد التيتانيوم أثر هاما في صناعة صلب الكروم. أما سبيكة كربيد التيتانيوم والموليبدنيوم فلها نفع كبير في صناعة أدوات القطع البالغة الصلابة، وفي مجال الصناعات الكيماوية نجد أن أملاح التيتانيوم تدخل في صناعات الطلاء واللحام والحرف والزجاج والصباغة وفي الصناعات الحربية. وقد أمكن تحضير بلورات كبيرة من أكسيد التيتانيوم صناعيا حيث تستخدم كمجوهرات (التيتانيا) ولها بريق يفوق بريق الماس. وان لم تكن في صلابته. وتمتاز باللون الأزرق أو العنبري أو تكون عديمة اللون.

و يكثر وجود التيتانيوم متحدا بغيره من العناصر في الطبيعة، وتوجد خامات التيتانيوم في معظم الصخور النارية والمتحولة والرسوبية ولكن بكميات صغيرة جدا لا تصلح للاستغلال المربح، ومع ذلك فخامات الالمنايت ذات القيمة الاقتصادية توجد بكثرة مصاحبة للصخور النارية القاعدية،

مثل الجابرو وفصيلته، وأحيانا في رمال الشواطئ. وأهم معادن التيتانيوم هي الروتايل أو أكسيد التيتانيوم تي أ 2 وإلالمنايت (ح تي أ 2) والسفين أو التيتانايت المركب كيميائيا من سيليكات التيتانيوم الكلسية. و يعتبر الروتايل والالمنايت من أهم خامات التيتانيوم وهما معدنان يتكونان عادة في درجات الحرارة العالية أثناء تجمد الصخور النارية من الماجما. و بشكل عام فان كميات الروتايل الصالحة للاستغلال تكون عادة أقل من كميات الالمنايت وتوجد في مناطق محدودة من العالم. ولا يوجد الالمنايت وحيدا في الطبيعة في الأجسام الضخمة من الخام، ولكنه يوجد بكميات كبيرة من الماجنيتايت والهيماتايت (خامات الحديد) المصاحبة لأنواع من الصخور النارية القاعدية مثل الجابرو الخ.. . والتي تنفصل منها هذه المعادن أثناء تجمد مصهوراتها البركانية، وتعطى الرمال السوداء (بعض نوعيات رمال الشواطئ) كميات لا بأس بها من الالمنايت بجانب ما يكون بها من زركون ومونازايت (فوسفات السيريوم).

الزركونيوم Zirconium

واحد أيضا من عناصر السباكة الهامة، إذ توجد كثير من السبائك للزيركونيوم مع فلزات أخرى مثل الألومنيوم والمنجنيز والسيليكون وغيرها.. وتمتاز سبيكة الكوبيرايت ضا Coperit مثلا (وهي من النيكل والزيركونيوم) بمقاومة كبيرة للأحماض والصدأ، و بشدة الصلابة التي تتيح استخدامها في أدوات القطع العالية القوة، الفائقة السرعة، كذلك تستخدم سبيكة الفيروزيركون (حديد وزيركون) في صناعة الصلب المميز للتخلص من الشوائب إذ يتحد الزيركونيوم فورا مع الأكسوجين والآزوت. و يستخدم الفلز ذاته أيضا في صناعة صلب الزيركون اللازم لصناعات المدرعات ومراكب الفضاء والصواريخ.

ولأملاح الزيركون فوائد كثيرة أيضا في الصناعات الحرارية، إذ يستخدم أكسيد الفلز في صناعة البوتقات والأفران والطوب الحراري وكل ما يلزم لدرجات الحرارة العالية جدا، والتي قد تبلغ 2300 درجة مئوية، مما يتيح لها صهر البلاتين ذاته عند درجة 1755 مئوية. وتمتاز حراريات الزيركونيوم هذه بمعامل تمدد صهر صغير جدا، ومقاومتها الشديدة للكسر والتآكل،

وقوتها الميكانيكية العالية. كذلك يدخل الزيركونيوم في صناعة الصيني الكهربي المستعمل في أجود أنواع شموع الاحتراق المتميزة بقوة عزل كهربية عالية جدا، وقوة احتمال تحت أقسى الظروف، بجانب كل ذلك يدخل الزيركونيوم في صناعات الطلاء والبويات وكمادة للصنفرة والتلميع وفي الصناعات الحربية والاتصالات.

أما عن تواجد الزيركونيوم فمصدره الرئيسي معدنان اثنان هما: الزيركون (كن أ 2) والذي يسمى في بعض الأحيان البرازيلايت، أما عن الزيركون فيوجد بنسب صغيرة في أغلب الصخور النارية، وعلى الأخص الجرانيت البيجماتايت والنفلين سبانيت. و يتبلور الزيركون عادة من المصهورات البركانية. ولما كان الزيركون معدنا صلبا يفوق الكثير من المعادن الأخرى المصاحبة له في شدة المقاومة لعوامل التآكل والتعرية التي تصيب الصخور الحاوية له، فانه يتركز في رواسب الوديان الناتجة عن تفتت الصخور، مع غيره من المعادن الثقيلة، مثل المونازايت والالمنايت والروتايل وغيرها. بل أنها جميعا قد تحمل إلى شواطئ البحار لتتركز في الرمال السوداء (سميت السوداء لاحتوائها على تلك المعادن الملونة). ولذلك فإن تلك الرمال الشاطئية التي هي غاية النقل والترسيب على مدى الأزمان المتطاولة، تعتبر أهم مصدر لإنتاج معادن الزيركونيوم.

المونازايت Monazite

تتركب المادة المولدة للشرر عند استعمال القداحات من سبيكة للحديد (30٪) والسيريوم (70٪). وأهم مصدر لهذا السيريوم هو معدن المونازايت، المركب أساسا من فوسفات السيريوم المختلطة عادة بنسب من أكسيد الثوريوم، تتراوح بين آثار ضئيلة و 18٪. و يعتبر المونازايت المصدر الرئيسي لكثير من الفلزات الأرضية النادرة.. ولأملاح السيريوم استخدامات صناعية أخرى عديدة في الطب والخزف والدباغة والصباغة وصناعة زجاج البصريات والصناعات الكهربية.

والمونازايت كلمة يونانية معناها موجود. وهذا المعدن كما يفهم من اسمه محدود جدا في تواجده، ومصدره الرئيسي رمال الشواطئ أو الرمال السوداء.

ب-المعادن اللافلزية

لعل من أهم عناصر هذه المجموعة ما يمكن أن نسميه خامات الطاقة (الوقود). فلقد ظل الإنسان يعتمد على استخدام الخشب ليجعل من الشجر الأخضر نارا، طوال عصور مديدة في حياته على الأرض، ولم يتحول عنه إلى الفحم الحجري كمصدر للطاقة إلا خلال القرن التاسع عشر، واستمر الفحم يمثل المركز الأول في الأهمية من عام 1880 حتى عام 1950 حين احتل البترول ومشتقاته المركز الأول، ومن ثم كانت القفزات الهائلة في معدلات الاستهلاك، وكان الاستنزاف السريع للبترول كخامة أو ثروة طبيعية معدنية.

الاستهلاك اليومي للفرد في المجتمع الزراعي قبل الثورة الصناعية 26 ألف كيلو كاري.

الاستهلاك اليومي للفرد في المجتمع الصناعي خلال القرن التاسع عشر 77 ألف كيلو كاري.

الاستهلاك اليومي للفرد في المجتمع المعاصر 230 ألف كيلوكاري.

ارتفع استهلاك الغاز الطبيعي من الصفر عام 1900 إلى 950 بليون متر مكعب عام 1970.

لذلك كان لزاما أن تروض الطاقة الذرية في خدمة الأغراض السلمية، ولن يمضي وقت طويل حتى تحتل المفاعلات الذرية بجانب غيرها من مصادر لا حدود لها كالطاقة الشمسية-مركز الصدارة في إمداد العالم بالطاقة، ولقد نقص إنتاج اليورانيوم من 37350 طنا من أكسيد اليورانيوم عام 1960 إلى 20500 طنا عام 1970، لعل السبب الأساسي في ذلك هو الإقلال من سباق التسلح النووي، ثم عاود الإنتاج الزيادة عقب مشكلة الطاقة التي حدثت مع حرب أكتوبر (تشرين أول) 1973 ومع التوسع في إنشاء المفاعلات الذرية للأغراض السلمية.

ولنمر سريعا على بقية مجموعات خامات المعادن اللافلزية، لنرى أن إنتاج مواد البناء مثلا قد زاد25 مرة منذ بداية القرن الحالي، وتحت تسمية مواد البناء تلك ينتج سنويا 12 بليون طن من أجمالي الإنتاج المعدني، وقدره 20 بليون طن سنويا. والسماد والمواد الكيميائية والأحجار الكريمة تبلغ قيمة إنتاجها السنوي 19,3 بليون دولار. ومن المفارقات العجيبة أن ينتج

العالم من الأحجار الكريمة ما قيمته أكثر من ضعف قيمة ما ينتجه من المسمدات.

ب- ا - مواد الوقود المعدنية Mineral Fuels

كلمة عن الطاقة

تكلمنا من قبل عن اليورانيوم والعناصر المشعة كمصدر من مصادر الطاقة الطبيعية، وقبل أن نستطرد في ذكر معادن الوقود التي أمدت وتمد الإنسان بالطاقة، نود معرفة الطاقة ذاتها، تعرف الطاقة بأنها المقدور أو الوسع أو الجهد، فيقال مثلا ليس في وسع فلان ولا في مقدوره أو طاقته أن يفعل هذا أو ذاك، وهذا تعريف لغوي بسيط. ولكن الطاقة كاصطلاح علمي، إنما هي فكرة نشأت مرتبطة بالحركة الميكانيكية للأجسام، ثم تطورت حتى صارت خاصة أساسية من خواص المادة، وارتبطت بالدراسات الطبيعية في سائر نواحيها، حتى صار لها من الشأن والأهمية ما للمادة ذاتها واكثر. و بداية معرفة الطاقة علميا كان في النصف الأول من القرن السابع عشر،حين فكر الفيلسوف الفرنسي (ديكارت) فيما أسماه مقدرة الجسم على الحركة، ثم كان النصف الثاني من القرن نفسه حيث فكر (لايبنتز) في مقدرة الجسم على الحركة أيضا، ولكنه ارتأى في ذلك رأيا مخالفا لسابقه، إذ اعتبر أن مقدرة الجسم على الحركة يجب أن تتناسب مع مربع السرعة، وسمى هذه المقدرة على الحركة بالقوة الحية. ثم في القرن الثامن عشر قال العالم الهولندي (هايجنز) بأن القوة الحية تلك تنتقل من جسم إلى آخر عند التصادم. وتوالت الأبحاث النظرية في مجالات الطاقة، حتى جاء (برنولي ولاجرانج) وأطلقا على القوة الحية تسمية جديدة أقرب إلى الفكر العلمي فسميت طاقة الحركة أي الطاقة أو المقدرة الناشئة عن الحركة. و بشكل عام فهناك طاقة ميكانيكية قد تتحول إلى طاقة حرارية. ثم جاء آخر القرن التاسع عشر، وقد اتصلت فكرة الطاقة بجميع نواحي العلوم الطبيعية، فالكهربية والمغناطيسية والصوت والضوء وسائر الأشعة غير المرئية.. الخ جميعها صار ينظر إليها كمظاهر مختلفة من مظاهر الطاقة، بحيث قيل إنه لا شيء في الوجود الطبيعي إلا المادة والطاقة، ولذلك قيل، المادة لا تتعدم والطاقة لا تفنى، وإنما تتكيف بكيفيات مختلفة.

وللطاقة مصادر طبيعية كثيرة ومواد معدنية كمصدر للوقود آخرها مصادر الطاقة الذرية. ولقد بين (أينشتين) أن بين المادة والطاقة علاقة وثيقة تربطهما، وتستنتج من المعادلة الآتية: الطاقة-الكتلةX مربع سرعة الصوت.

وإذا ما قصرنا القول على مواد الوقود المعدنية فإننا نقول إن عملية الاحتراق التي تنتج عنها الطاقة هي عبارة عن تفاعل كيميائي محض. فذرات الكربون تبقى على ما هي عليه، وكذلك ذرات الأكسجين. وكل ما هنالك هو أن تلك الذرات تعاد طريقة تنظيمها على شكل جزيئات لثاني أكسيد الكربون، فالطاقة التي نحصل عليها إذن في هذه الحالة لا تأتي من داخل الذرة، ولا تمس صميم المادة، وإنما منشؤها ما بين الذرات المختلفة من قوى، فهي إذن طاقة كيميائية أساسها التفاعل الخارجي بين الذرات كما في الكربون، وهو ما يوجد في الفحم والبترول والغاز الطبيعي.

الفحم

الفحم هو تلك الكتل السوداء، التي قد تترك أثرها على يدك، القابلة للاشتعال، وهو عبارة عن ناتج تجمع المواد النباتية في الأزمان القديمة، وفي الأماكن التي كانت تمتاز بمناخ دافئ ووفرة في الماء، و بعد الموت تجمعت تلك المادة النباتية تحت طبقات من الرمال والطين تحميها من التعفن والتحلل الكاملين بعزلها عن غازات الغلاف الجوي، و بتكاثف طبقات الغطاء يولد ضغط وحرارة تفقد معها المادة النباتية محتواها المائي، ثم بتوالي الضغط والحرارة وتأثيرات البكتريا تفقد المادة النباتية الكثير مما بها من الأكسجين والنتروجين ليكون الناتج مادة كربونية غنية بنسبة الكربون فيها وذاك هو الفحم. والفحم أنواع، وتنوعه يتوقف على الاختلاف في صفات النباتات الأولى، ثم في معدلات الضغط والحرارة والزمن الذي قضته مدفونة تحت أغطية كثيفة من الرمال والطين، ثم الاختلاف في تأثيرات الحركات الأرضية في مناطق التكوين، كل ذلك يؤدي إلى التنوع والاختلاف في الصفات الطبيعية والكيميائية وغيرها.. . للفحم الناتج، فالفحم أساسا يتركب من المادة العضوية التي تصل نسبتها في الأنواع الجيدة من 95٪ إلى 99٪ وهي تتكون أساسا من أربعة عناصر هي: الكر بون والأيدروجين والنتروجين والأكسجين، و بديهي أنه كلما زادت نسبة الكربون

كلما ارتفعت مرتبة الفحم أو درجته، وزيادة الكربون في الفحم إما أن تكون طبيعية أو صناعية بما يسمى بعملية الكربنة، و يرمز للاختلافات الظاهرية في رتبة الفحم بالنسبة أي نسبة الكربون في الفحم بالنسبة

$$\frac{\text{ك}}{\text{يد}} \quad \text{أي} \quad \frac{\text{نسبة الكربون في الفحم}}{\text{نسبة الايدروجين في الفحم}}$$

وبشكل عام فان التغيرات الرئيسية لعمليات التفحيم والمتجهة به إلى أنواعه الجيدة هي:

ا- الزيادة في نسبة الكربون زيادة متجانسة. 2- النقص في نسبة الأيدروجين تدريجيا حتى يصل المحتوى الكربوني إلى نحو 89٪ وبعديا يزداد معدل النقص. 3- النقص في نسبة المواد المتطايرة التي تخرج أثناء عمليات التقطير الإتلافي الطبيعي نقصا متجانسا وفي الاتجاه للأجود. 4- الزيادة في القيمة الحرارية حتى تصل نسبة النقص في الأيدروجين إلى أقل من 5, 4٪. 5- النقص في محتوى الرطوبة في الفحم حتى يصل إلى مرتبة الانثراسيت أجود أنواع الفحم. 6- الزيادة في الكثافة المطلقة. 7- تحسن صفات التكويك على مدى التغير من مرتبة إلى أخرى أجود منها. 8- النقص في درجة الذوبان في المحاليل القلوية. 9- الزيادة في عمق اللون ودرجة انعكاس الضوء. 10- النقص في درجة التفاعل مع المواد المؤكسدة والمهدرجة، كل تلك المعدلات تستخدم جميعها أو بعضها لقياس درجة التغيير في الرتبة. والأربعة الأولى منها شائعة الاستخدام. وكانت النتيجة الأنواع- المبينة بجدول 14

النسبة التقريبية للمحتوى الكربوني ٪	مايقابلها من رتب الفحم
59-47	بيت
68-59	لحنايت غير متماسك
75-68	لجنايت متماسك
91-75	بيتومين بدرجاته المختلفة
95-91	انثراسايت
100-95	جرافيت

جدول 14 نسبة الكربون في رتب الفحم

البترول:

إن الزيت أو النفط الخام كما يستخرج من البئر هو عبارة عن خليط من المواد التي يطلق عليها اسم المواد الأيدروكربونية، مبتدئة من غاز الميثان الخفيف الذي يحتوي جزيئه على ذرة واحدة من الكربون وأربع ذرات من الأيدروجين (ك يد 4) إلى الأيدروكربونات الصلبة والتي تحتوي جزيئاتها على أعداد مضاعفة من تلك الذرات. والبترول أو النفط يحتوي على مجموعات كثيرة من الأيدروكربونات، كل منها له مركباته الغازية والسائلة والصلبة كذلك. وهدا الخليط العجيب المعقد الذي يخرج من البئر إما مندفعا تحت ضغوط عالية، أو بعمليات ضخ هائلة، ليست له فائدة تذكر كوقود أو مصدر طاقة، ولكنه في معامل التكرير والمصافي يتحول إلى نوعيات لها الكثير من الفائدة. والبحث في أصل البترول لم يزل موضع الجدل، بل وتعددت بشأنه النظريات، ولكن غالبية المشاهدات الجيولوجية ساعدت على اختزال تلك النظريات إلى اثنتين فقط، تقول أحدهما بالأصل العضوي، وتقول الأخرى بالأصل غير العضوي، وان كان للنظرية الأولى الغلبة على الثانية.

فهناك مثلا أسباب ثلاثة وقوية تؤيد تماما الاعتقاد القائل بالأصل العضوي للبترول، هي:

الكميات الهائلة من المادة العضوية الموجودة الآن في رسوبيات الأرض، كذلك وفرة الكربون والأيدروجين في بقايا تلك المادة العضوية، حيوانية كانت أو نباتية. ووفرة هذين العنصرين في تركيب البترول يعني أن مصدرهما هو المادة العضوية.

2- اكتشف العالم (ترييس) أن أنواعا كثيرة من النفط تحتوي على نوع خاص من مسببات اللون الأحمر في الدم تسمى (همين) أو مسببات اللون الأخضر في النباتات تسمى (كلوروفيل)، وتلك المواد تكون عادة في شكل مركبات أيدر وكربونية معقدة سهلة التأكسد. هاتان المادتان بجانب الحقيقة القائلة بأن النفط بشكل عام يحتوي على عنصر النتروجين تؤكد الأصل العضوي للنفط.

3- خاصية النشاط الضوئي توحي هي أيضا بالأصل العضوي للبترول، إذ يعتقد أن مصدر تلك الخاصية هو وجود الكوليسترول الذي تركيبه (ك

26 يد45 أيد) والذي يوجد قي المادة العضوية حيوانية كانت أو نباتية، وثابت وجودها في النفط الخام.

وعلى ذلك فقد وضعت نظرية التكوين على النحو التالي:

في الزمن القديم تجمعت المادة العضوية بواسطة الترسيب في الطفل والطين وغيرهما. وعلى اعتبار أن الأيدروجين والكربون يكونان في شكل مركبات عضوية صلبة عند الترسيب، فالأمر إذن يتطلب التصور بأن هناك نوعا من الميكانيكية في نقل تلك المادة من حالة صلبة إلى حالة فيها السيولة كالنفط، تتحرك المادة العضوية أو ما تكون من نفط خارجا من الطفلة والطين خلال عمليات ضغط شديد ناتجة عن استمرارية الترسيب، ومن ثم زيادة الوزن المسبب لضغوط لا تقدر. وتضطر المادة العضوية وما تكون من نفط إلى الهجرة إلى ما يحيط بها من صخور مسامية كالصخور الرملية مثلا. وهي عملية يسميها البعض بالهجرة الأولى، والمادة فيها إما عضوية لم تزل وإما في مراحل التحول إلى أيدر وكربونات بترولية، ولكن التحول مستمر.. ثم تكون الهجرة الثانية، وعبر مسام الصخور، إلى ما سمي أخيرا «بمصيدة البترول» حيث تجد الجزيئات المتحركة العائق الذي يمنعها من استمرار الهجرة، و يقال إن الزمن اللازم لكل تلك المراحل لا يقل بحال عن المليون سنة أو نحوها، ولو أن بعض القياسات بواسطة الكربون 14 قد أشارت إلى بعض الأعمار التي تتراوح ما بين 11800 و 14600 سنة تقريبا.

أما نظرية الأصل غير العضوي للنفط فراجعة إلى القرن الثامن عشر ومجمل فحواها أنه أمكن التحضير المعملي لبعض الأيدروكربونات من مكونات غير عضوية، بالرغم من أنه ليست هناك شاهدة واحدة في الطبيعة تروى حدوث مثل ذلك التفاعل، وعلى كل حال فان هناك اعتراضات علمية لها وجاهتها على ذاك المذهب أجمالا، منها عدم وجود الزيت في البراكين، أو بين نواتجها. بل انه من الثابت أنه في بعض المناطق التي يكون فيها النفط أو الزيت مصحوبا بمواد من الصخور النارية أو مع ينابيع حارة أو شواهد بركانية أخرى فإنما تكون الصخور الرسوبية هناك في الطبقات السفلى التي قام عليها نشاط بركاني أصلا.

ولكن رغما عن كل تلك الاعتراضات فان مما يعضد هذه النظرية أن الأحياء المائية العادية تحتوي على وجه التقريب من 7- 10٪ أيدروجين في

حين يحوي، الزيت الخام من 11- 15 ٪ منه، من هنا نشأ ذاك الاتجاه الذي يسير مع الأصل غير العضوي، إذ يبرز سؤال. من أين ذاك الفرق الواضح في نسبة الأيدروجين ؟ على أنه لو صحت هذه النظرية لكان من المتوقع أن يكون وجود الزيت منتشرا على شكل منسق أو موزع على الكرة الأرضية على عكس ما هو حادث الآن حيث وجدت الصخور المسامية في الغالب الأعم.

الغاز الطبيعي:

تطلق هذه التسمية على التجمعات الباطنية للغاز-وهي أما أن توجد مع التجمعات البترولية، أو أن توجد وحدها. والغاز عادة لا يحتاج إلى استخدام أية وسائل صناعية لاستخراجه، ولذلك فإنتاجه أبسط كثيرا من إنتاج البترول. أما النظرية الشائعة عن أصل الغاز الطبيعي فترجح أن تكونه قد بدأ في مياه البحار الضحلة الغنية بالكائنات البحرية، حيث تنخفض نسبة الأكسجين الذي يحتويه الماء، وعند موت تلك الكائنات تغوص إلى القاع، حيث تدفن في الطمى الذي تجلبه مياه الأنهار. وتساعد قلة الأكسجين على بطء تحلل تلك الكائنات بعد موتها، و بعوامل تأثير الضغط والحرارة والبكتريا، وربما ببعض النشاط الإشعاعي أيضا تتحول الأجزاء اللينة في الكائنات العضوية الميتة إلى بترول والى غاز..

والغاز الطبيعي عبارة عن خليط من الأيدروكربونات، منها أساسا الميثان والبروبان والبيوتان والبنتان. وهو غاز أما أن يظهر متحدا مع البترول في آباره، أو ذائبا فيه، أو منفصلا عنه تماما.

بعد ذلك هل نتكلم عما تقدمه مواد الوقود للإنسان من فائدة ؟.. أعتقد أن ذاك لا يخفى اليوم على قارئ أو غير قارئ.. لكن نقول إن الفائدة من تلك المواد لا تقتصر على الإمداد بالطاقة فقط، وإنما هي داخلة في العديد من الصناعات الهامة، واللازمة لحضارة العصر، ثقيلها وخفيفها. ولقد توج هذا الدور بالصناعات البتروكيميائية التي تقدم للناس العجائب حقا.

وخلاصة القول إن البترول والفحم والغاز الطبيعي هي مصادر للوقود الحفري الذي هو عبارة عن المركبات العضوية الناتجة عن عمليات البناء

الضوئي التي حدثت في الماضي البعيد كما بينا، ولقد بدأ عصر البترول منذ عام 1880 وتعتبر منطقة الشرق الأوسط من أغنى مناطق البترول في العالم.

ومن مواد الوقود المعدنية كذلك المعادن الثقيلة مثل اليورنيوم والخفيفة مثل الديوتريوم، إذ الطاقة النووية نوعان: طاقة الانشطار التي تنتج عن انشطار أنوية المعادن الثقيلة مثل اليورانيوم وطاقة الاندماج التي تنتج عن-اندماج أنوية المعادن الخفيفة، واليورانيوم 235 هو النوع الذري الوحيد القادر على الانشطار في الأحوال العادية، ويمكن تحويل اليورانيوم 238 بامتصاص نيوترونات في المفاعل الذري إلى يورانيوم 233 وتبلغ الطاقة التي يمكن الحصول عليها من جرام واحد من اليورانيوم 238 (8. ,110 10X) حول من الحرارة بما يوازي 14 برميلا من الزيت الخام.

ب-2- مواد الخزف Ceramic Materials

الطفل الصيني (الكاولين) Kaoline

يعتبر الطفل عنصرا هاما جدا من عناصر الصناعات الكيماوية، فالصحف اليومية مثلا تحوي حوالي 10٪ من وزنها من الكاولين، إذ هو مادة هامة جدا في صناعة الورق بكافة أنواعه، هذا إلى جانب الصناعات الحرفية والكهربية. و يستعمل الكاولين بكثرة في صناعة المطاط والبويات والنسيج لإكساب المنتجات القطنية درجة كبيرة من التماسك، وللكاولين دور هام أيضا في صناعات أخرى مثل الورنيش اللازم لتلميع الفلزات وفي صناعات الصابون والمواد الطبية، و يدخل الكاولين أيضا في صناعة الأسمنت البورتلاندي الأبيض، وأنواع الأسمنت الأخرى، وفي صناعات اللدائن (البلاستيك)، وفوق ذلك كله فالكاولين اليوم يعتبر من المصادر الهامة لتحضير فلز الألومنيوم.

و يعزى اسم الخام (الطفل الصيني) إلى الصين، حيث كان اكتشافه في القرن الثامن عشر، أما تسميته بالكاولين فهو تحريف للكلمة الصينية (كاو-لنج) Kaw-Ling ومعناها التل العالي، و يتكون خام الكاولين بشكل عام من تحلل الفلسبار الموجود في الصخور الجرانيتية بواسطة عوامل التعرية، وتتم عملية التحلل هذه بعدة طرق أهمها:

1- بواسطة الغازات والأبخرة الصاعدة من المصهورات الجرفية الحمضية، وأهمها ثاني أكسيد الكربون، و بخار الماء فوق المسخن.

2- بواسطة المياه السطحية الحاوية على ثاني اكسد الكربون (حامض الكربونيك) والأحماض العضوية، المتسربة إلى أسفل. وتأثير هذه المياه الهابطة مماثل لتأثير الأبخرة المتصاعدة من حيث إنها تذيب الجزء البوتاسي من الفلسبار ليتبقى الكاولين، وهو المركب كيميائيا من سيليكات الألومنيوم المائية (لو 2 أ 3. س أ 2 يد 2 أ) المختلط بالكورت والمايكا وغيرهما من المعادن الموجودة بالجرانيت، وقد لا توجد بعض خامات الكاولين في مكان تكوينها الأصلي، إذ قد يتم نقلها منه بواسطة المياه حيث يعاد الترسيب في أماكن أخرى على هيئة طبقات من الطفل يطلق عليها اسم الكاولين المتبقي أو الكاولين الرسوبي.

الفلسبار Feldspars

معدن هام جدا في الصناعات اللازمة للحضارة القائمة. فهو يدخل في صناعة كل أنواع الزجاج والأدوات الزجاجية. وهو معدن هام كذلك في صناعة القيشاني، وفي صقل الأوعية الحرفية والصيني والقرميد وغير ذلك، لأنه ينصهر في درجة حرارة أقل من درجة حرارة الكاولين، وعندما يبرد يكون طبقة متينة صلبة وشفافة. كما يستخدم الفلسبار البوتاسي الجيد في صناعة العوازل الكهربية وفي صناعة الأسنان الصناعية، و يدخل الفلسبار في صناعة مينا الأدوات الصحية، ومعدات المطابخ-وتغليف الصاج. ثم هو يدخل كذلك في صناعات الصابون ذي المواصفات الخاصة ومواد التجليخ والأسمنت وقماش الزجاج.

و يعتبر معدن الفلسبار من أوفر المعادن المكونة للصخور و بخاصة النارية، وهو يتركب كيميائيا من سيليكات الألومنيوم والبوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم، وعلى الرغم من تلك الوفرة لمعدن الفلسبار في الطبيعة فان الخامات الممكن استغلالها تجاريا توجد عادة في عروق البيجماتايت الخشنة الحبيبات، وقد تتكون أجزاء بأكملها تقريبا من هذا المعدن، ومن الجائز أن الفلسبار تكون مباشرة من عروق البيجماتايت من مصهور ناري تجمد ببطء.

ب- 3- مواد البناء والتشييد

الجبس والانهيدرايت Gypsum & Anyhidrite

يعتبر الجبس مادة من مواد البناء والتشييد هامة. فعند تسخين الجبس إلى درجة حرارة من 110 إلى 120 درجة مئوية، يفقد اكثر من نصف ماء تبلره، و يتحول إلى مسحوق أبيض هو عجينة باريس التي لها القدرة على امتصاص الماء والتحول إلى كتلة صلبة متماسكة، ومن هنا كان دوره في البناء والتشييد كطلاء للجدران، بجانب ذلك فهو يدخل في صناعة أنواع خاصة من الأسمنت. وللجبس أدوار لا تنكر كذلك في صناعات أخرى مثل المخصبات الزراعية وفي عمليات خاصة بصناعة البيرة وفي صناعة الخزف والرخام والمواد الطبية، والألباستر الذي يستخدم للزينة هو الجبس إذا ما وجد على هيئة كتل بيضاء متماسكة. أما أهم استخدامات الانهيدرايت فدوره في صناعات المخصبات الزراعية بعد معالجته بالأمونيا، ليعطي كبريتات الأمونيوم، وهو يدخل أيضا في صناعة حامض الكبريتيك.

وتوجد عادة خامات الجبس والانهيدرايت التجارية على هيئة طبقات في الصخور الرسوبية ترسبت كأملاح نتيجة لتبخر أحواض المياه البحرية المغلقة. وكثيرا ما يصاحبها الملح الصخري (ملح الطعام). و يتم الترسيب في الأحواض البحرية المغلقة وفي أحوال الجو الجاف العادي على النحو التالي: تتبخر مياه البحر، فتترسب كربونات الكالسيوم والماغنسيوم (قد يتكون عنها أحجار جيرية) ثم كبريتات الكالسيوم (قد يتكون عنها الجبس والانهيدرايت) ثم الملح الصخري، وفي النهاية أملاح البوتاسيوم والماغنسيوم (قد يتكون عنها الكاونالايت وأملاح أخرى). وقد يوجد هذا التعاقب في أماكن كاملا، وقد لا يوجد..

ولقد أثبتت التجارب تكون الجبس من تبخر المياه البحرية، في درجات الحرارة الأقل من 25 درجة مئوية، والانهيدرايت في درجات حرارة أعلى ولذلك قد يكون تعاقب طبقات الجبس والانهيدرايت نتيجة للتغيرات الموسمية في درجات الحرارة عند الترسيب، ولقد يبلغ سمك مثل تلك الطبقات مئات عديدة من الأقدام. وفي بعض الحالات يتحول الانهيدرايت بواسطة التشبع المائي إلى جبس، و يتغير الجبس بفقد ماء التبلر إلى انهيدرايت. و يتكون الجبس أيضا في الطبيعة بتفاعل حامض الكبريتيك أو مركبات

كبريتية أخرى مع كربونات الكالسيوم أو الحجر الجيري، ولذلك قد يتفاعل حامض الكبريتيك الناتج من تحلل البيرايت أو معادن كبريتية أخرى مع كربونات الكالسيوم المكونة لأصداف بعض الكائنات البحرية القديمة، لتنتج بلورات كاملة التكوين من الجبس الشفاف، يسمى سيلينايت، كما قد تتأكسد المياه الكبريتية الموجودة في المناطق البركانية عندما تقترب من السطح إلى حامض الكبريتيك الذي يتفاعل مع الحجر الجيري، و بذلك تتكون خامات للجبس بكميات كبيرة.

الفرميكيولايت vermicuIites

يطلق هذا الاسم على أنواع البيرتايت ميكا التي تغيرت تحت تأثير المحاليل الأيدروحرارية. والمعدن الأصلي لونه أصفر إلى بني غامق، ولكن بعد التمدد بالحرارة يكون مصفرا فاتحا، واكثر استخداماته في إنشاء الحوائط الداخلية العازلة بالمباني. وتباع المادة تحت أسماء تجارية كثيرة، مثل الفلين المعدني مثلا أو أكسفلور Exflor. و بخلطها بالأسمنت البورتلاندي يمكن صبها حسب الطلب كحوائط أرضيات وأسقف الخ، خفيفة الوزن غير قابلة للاحتراق، وهي عازلة للصوت والحرارة. و يستخدم مسحوق الفرميكيولايت بدلا من الجرافيت أحيانا في أنواع الشحومات غير المحتوية على زيوت، و يوجد المعدن في الطبيعة مصاحبا للصخور النارية القاعدية على هيئة كتل ضخمة تشبه السدود.

الكورت ((**الكوارتز**) **أو المرور** quartz

أحد المعادن الشائعة الوجود في هذا الكون بل أكثرها يشترك في غالبية المعادن وفي كل الصخور، تتكون منه رمال الشواطئ وحصى الأنهار الرملية وتلال وسلاسل جبال الكوارتزيت، الذي يتركب معدنيا من الكورت، وتحتوي الأحجار الرملية على نحو 80٪-أو اكثر من هذا المعدن، والكورت يتركز كيميائيا من ثاني أكسيد السيليكون (س أ 2). و يكثر وجوده بالفراغات الموجودة بالصخور على هيئة بلورات كاملة الشكل أو غير كاملة. والكورت يوجد كمعدن رئيسي في معظم العروق الحاملة لخامات المعادن الفلزية.

واكثر استخدامات هذا المعدن في رمال الملاط والأسمنت الداخلة في

أعمال البناء والتشييد، ثم هو يدخل كعامل مساعد على الانصهار في الصناعات المعدنية والسباكة. وهو أساسي في صناعة الزجاج والصنفرة، وفي استعمالات أخرى عديدة، منها البويات و بعض أنواع الصابون وأجهزة اللاسلكي والموازين والأجهزة العلمية وغير ذلك، ومن الكورت ما يتكون على شكل بلورات من منشورات سداسية تنتهي إلى أوجه هرمية، تستخدم في عمل مجوهرات رخيصة، وفي صناعة الزجاج البصري عندما تكون عديمة اللون، وتسمى حينئذ بالبلورات الصخرية، والأماتيست نوع من الكورت له لون قرمزي رائق أو بنفسجي مشوب بزرقة، وهناك من الكورت ما له لون وردي أحمر أو بمبي وما له لون أصفر مدخن يميل إلى البني الغامق، كما أن هناك ما له لون ذهبي أحمر، نتيجة لاحتوائه على جزيئات لا عد لها من معادن أخرى مثل الهيماتايت والميكا.

وفي معرض الحديث عن مواد البناء والتشييد تدخل الصخور بدورها، وبكل أنواعها كعامل هام في هذا المجال، فهناك مثلا الصخور النارية بكل أنواعها من الحامضية ممثلة في الجرانيت إلى القاعدية ممثلة في البازلت، كذلك هناك الصخور الجيرية، وأكبر بناء اتخذ منها أهرامات الجيزة بمصر، كذلك من بين الصخور الصالحة للبناء والتشييد الصخور الرملية..

ب-4- المواد التي تستخدم في عمليات التعدين والتكسير:

الجرافيت Graphite

لا يحتوي القلم الرصاص على أي رصاص، وإنما هو من مزيج الجرافيت والطفل، يشكل في قوالب ثم يسوى في درجات حرارة ما بين 800-1000 درجة مئوية. وكلمة جرافيت مأخوذة من كلمة (جرافو) الإغريقية التي تعني (أنا اكتب) ورغم أن هذا استخدام هام للجرافيت إلا أنه ليس الأهم، إذ الأهم هـ ـ دور الجرافيت (نحو 60٪ من الإنتاج) في المسابك، وفي صناعة بوتقات الجرافيت اللازمة لأغراض صهر ومعالجة الفلزات وغيرها، فعند صناعة المسبوكات الفلزية تدفن النماذج المطلوبة في رمل السباكة، ثم ترفع تاركة فراغا متماسكا في الرمل، و يغطى سطح الرمل الداخلي بعد ذلك بطبقة من الجرافيت الناعم الممزوج بمسحوق التلك، وذلك للحصول على سطح ناعم أملس، ولمنع التصاق المسبوكات بالرمل، كذلك تستخدم بوتقات

الجرافيت مع الرمل والطفل في صهر البرونز وصلب البوتقات. وقد يزداد اتساع تلك البوتقات حتى نصف طن من الفلز تقريبا، ولكن منذ معرفة الفرن الكهربي استغنت الصناعة جزئيا عن بوتقات الجرافيت.

وللجرافيت دور هام في الصناعة أيضا، حيث يستخدم وحده أو ممزوجا بالشحوم والزيوت في التشحيم لمنع الاحتكاك والتآكل في الأجزاء المتحركة من الآلات. وتستغل كميات كبيرة من الجرافيت الرديء النوع عادة في نوعيات من البويات ضد الأحماض والقلويات، وكذلك يدخل الجرافيت في صناعة الأقطاب الكهربية والأجزاء الكربونية من الموتورات والمولدات الكهربائية، وفي صناعة البطاريات الجافة والأفران الدرية وغيرها..

ومما تجدر معرفته أن الجرافيت يمتاز بدرجة كبيرة من النعومة و بلون أسود معتم غير شفاف، والجرافيت صنو الماس، فكلاهما يتكون كيميائيا من الكربون، وان اختلفا اختلافا بينا في الشكل والصفات الطبيعية نتيجة لتباينهما في التركيب البلوري الذي يجعل من هذا ماسا ويجعل من ذاك جرافيتا.

و يوجد الجرافيت أساسا في الصخور المتحولة، مثل النيس والشيست والأحجار الجيرية المتحولة التي تعرضت لدرجات كبيرة من الضغط والحرارة أثناء تكوينها، كما يوجد في عروق البجماتايت والكوارتز. وتعتبر المواد العضوية الكربونية في الصخور الرسوبية الأصلية مصدرا لكربون الجرافيت، كما أن الكربون هذا قد يكون له مصدر آخر هو تحلل الكربونات (مثل كربونات الكالسيوم) بالحرارة والضغط، والجرافيت قد يوجد على هيئة رقائق أوفي شكل عروق وجيوب.

الماجنزايت Magnesite

يعتبر الماجنزايت كما بينا من قبل أهم المواد الخام اللازمة لإنتاج الماغنسيوم، فالماجنزايت عبارة عن كربونات الماغنسيوم (ما ك أ 3). و يعدن هذا الخام على نطاق واسع لأنه-بخلاف كونه أحد مصادر الماغنسيوم-له استعمالات أخرى هامة في صناعة الطوب الحراري اللازم لتبطين الأفران الكهربية والمكشوفة Open hearth والمحولات القاعدية. وبجانب أهمية الماجنزايت في الصناعات التعدينية، فهو يلزم لصناعة أنواع متميزة من

الأسمنت وفي صناعات المطاط وغيرها.

الفلورايت أو الفلورسبار Flourspar

يتركب هذا المعدن كيميائيا من فلوريد الكالسيوم (كافل 2). ولقد ثبت أن الفلورسبار أجود من الحجر الجيري كمادة مساعدة في الانصهار لصناعة الصلب بطريقة «سيمنز مارتن» فهو يكسب الجلخ السيولة، و يساعد في إزالة الشوائب مثل الكبريت والفوسفور.. الضارة بصناعة الصلب، كما يستخدم الفلورايت أيضا كمادة مساعدة في مسابك الحديد وفي صناعة أنواع الصلب السبيكي والسبائك الحديدية بالأفران الكهربية، وفي معالجة الذهب والفضة والنحاس والرصاص والأنتيمون. كما يستعمل بدرجة محدودة في تجهيز الكربولايت الصناعي لاستخلاص الألومنيوم من البوكسايت.

يلي ذلك في الأهمية في استخدامات الفلورايت دوره في صناعة حامض الأيدروفلوريك ومشتقاته، وفي صناعة القيشاني والأدوات المنزلية، وفي مجالات الكيمياء العضوية. والفلورايت معدن زجاجي شفاف أو نصف شفاف وقد يتدرج في اللون من الأزرق الباهت إلى البنفسجي والأرجواني، والأخضر والأبيض. يوجد على هيئة مجمعات من البلورات المكعبة مصاحبا لخامات الرصاص والزنك، كما يوجد في العروق التي تحتوي على الجالينا والزنكبلند، وهي عروق قد تتكون من تحليل الحجر الجيري والطفلة والحجر الرملي بمحاليل حاملة لمعدن الفلورايت ناشئة عن صخور قاعدية أو فوق قاعدية. كذلك قد يترسب الفلورسبار من محاليل أيدروحرارية ناشئة عن مصادر نارية حمضية.

ب-5- المواد التي تستخدم في الصناعة

الأسبستوس Asbrstos

و يسمى أيضا بالحرير الصخري لنعومة ملمسه وطول تيلته التي يمكن تفكيكها إلى ألياف تغزل وتنسج، ولمقاومته للحرارة. وترمز كلمة أسبستوس المستعملة تجاريا لمجموعة من المعادن وليس لمعدن واحد، وهي من مجموعة الأمفيبول، وللأسبستوس من الخواص ما يجعله مميزا عظيم القيمة

الصناعية، فهو لا يحترق ولا ينصهر، وأليافه متينة مرنة، وهو رديء التوصيل للحرارة، وشديد المقاومة للكهرباء، وعديم القابلية للتفاعل الكيميائي، ولا يتغير إذا ما عرض للجو، ولقد استغلت الصناعة كل خاصية من خواص الأسبستوس تلك أفضل استغلال، فهو يدخل في حصائر التسقيف، وأوراق الأمينت، والبويات والأسمنت والبلاط، وجميعها تستخدم النوعية قصيرة التيلة، أما الألياف الطويلة (أطول من بوصة) فتنتج منها الملابس والخوذات والستائر الواقية من الحريق، كذلك يستعمل الأسبستوس في تيل الفرامل، بعد تقويته عادة بأسلاك من الصلب. و يستخدم كمادة عازلة للكهرباء وفي ترشيح الأحماض.

وللأسبستوس ستة أنواع تقع في مجموعتين معدنيتين هما:

* مجموعة كريسوتيل أو السربنتين أسبستوس، وتتركب من السيليكات المائية للماغنسيوم، ويمكن أن تنتج حبلا وزنه رطل وطوله ستة أميال.

و يغلب وجود الكريسوتيل في عروق محددة، قاطعة لصخور السربنتين. و يعتقد أن تلك الألياف قد تكونت نتيجة لتسرب مياه حارة خلال السربنتين، قبل أن يتجمد مصهور الباطن الأرضي أو المصهورات البركانية. وهناك قول آخر بأن الكريسوتيل قد يكون ناجما عن تأثير محاليل لها علاقة بالصخور الجوفية كالجرانيت-على السربنتين المتجمد.

* مجموعة الامفيبول، ومنها التريمولايت والاكتينولايت.. الخ والأنثوفيلايت، وهو الغالب، وتوجد عادة في كتل منتظمة أو عروق من الألياف، ذات اللون الرمادي أو الرمادي المشوب بالخضرة، وأحيانا تكون غنية بالحديد.

ومن أنواع الأسبستوس الأمفيبولي (الكروسيدولايت أو الأسبستوس الأزرق) الذي تتحول أليافه عند تحليله بالسيليكا إلى أحجار الزينة المسماة بعين القط وعين النمر لاحتوائها على الأكاسيد ذات اللون الذهبي، وكلاهما يستخدم في صناعة مقابض المظلات والعصي وغيرها.

الميكا Mica

للميكا أهمية لاستخدامها للزينة وفي أوراق الحائط و بطاقات التهاني وأشجار أعياد الميلاد، حيث تسمى جاك فروست Jack Forost ولكن الدور

الأهم للميكا هو في الصناعة، حيث يعتمد على خاصية التشقق التي تمتاز بها وتسمح بفصلها بسهولة إلى رقائق، تصل إلى أقل من الواحد على الألف من البوصة في رقتها. وتمتاز الميكا كذلك بمرونتها وعدم توصيلها للحرارة، بل وعدم انصهارها وشفافيتها وعزلها الكامل للكهرباء بحيث لا يعاد لها في ذلك أي بديل أخر صناعي أو طبيعي. ومن ثم فهي هامة للحياة الحديثة و بخاصة في الصناعات الكهربية واللاسلكية ومحركات الطائرات والصواريخ. وأفضل معادن الميكا في تلك المجالات هو الفلوجوبايت ثم المسكوفايت ثم البيوتايت، الذي يندر استعماله على هيئة صفائح، إذ يغلب وجود شوائب كثيرة من معادن محتوية على الحديد فيه.

و يوجد المسكوفايت على شكل بلورات، قد يصل قطرها إلى 12 قدما ووزنها ما يقرب من نحو طنين اثنين، إلا أن أفضلها صناعيا ما يسمى بكتب الميكا Mica Books حيث تتراوح أقطار البلورات فيها ما بين البوصة والقدم وسمكها ما بين الجزء من البوصة والبوصة، وبرغم وجود البلورات في شكل سداسي، إلا أنه من الممكن فصلها إلى صفائح بنفس السهولة التي تفصل بها صفحات الكتاب. و يقتصر وجود المسكوفايت بكميات اقتصادية في سدود من صخر الجرانيت البيجماتيتي الخشن الحبيبات. وهي من أصل حمضي ناري تتكون غالبا من المصهور البركاني مباشرة (الماجما). أما الفلوجوبايت فيرتبط وجوده بالصخور القاعدية النارية المتداخلة في الحجر الجيري المتحول، وذلك على عكس المسكوفايت المرتبط تواجده بالصخور الحمضية النارية. وتجدر الإشارة إلى أن اسم المسكوفايت مشتق من كلمة (مسكوفي) في روسيا، حيث استخدم المعدن قديما كزجاج للنوافذ.

التلك وحجر الصابون Talc & Soapstone

التلك من أنعم المعادن ملمسا، إذ له ملمس الشحم أو الصابون، ومن ثم سمي بحجر الصابون، ومعدن التلك النقي يتركب كيميائيا من سيليكات الماغنسيوم المائية، و يغلب وجود شوائب كثيرة في النوع المسمى بحجر الصابون والتلك رديء التوصيل للحرارة والكهرباء، و يزداد صلابة بالتسخين، و يتحلل بالأحماض، ومسحوقه أبيض اللون. وبكل تلك الخواص أصبح معدنا مفيدا جدا في الصناعة، ولكن تسبق أهميته في الصناعة العامة

أهميته في صناعة مساحيق التجميل بالذات، والكميات المستغلة منه في هذه المنتجات ذات قيمة كبيرة، بالرغم من صغرها بالنسبة للكميات المستعملة في الصناعات العامة المختلفة مثل البويات والخزف الكهربي، والورق العادي وورق النشاف، والمطاط و بعض أنواع الأقمشة والورنيش، واللدائن والصابون.. الخ..

و يوجد التلك وحجر الصابون في الصخور القاعدية النارية الغنية بأكسيد الماغنسيوم، مثل صخور البيريدونايت والدونايت أوفي الصخور المتحولة من أصل جيري وتكون غنية بأكسيد الماغنسيوم، مثل الرخام الدولوميتي والحجر الجيري الماغنيسي، وتصاحب الأنواع النقية من التلك صخور الدولومايت والرخام، حيث يتكون التلك من اتحاد الماء مع المعادن المركبة من سيليكات الماغنسيوم، والتي تكونت إبان الأطوار الأولى من عمليات تحول صخور الكربونات، ومن المسلم به أن تكوين السيليكات المائية لا يرجع إلى تأثير العوامل الجوية بل ينتج بفعل المحاليل الأيدروحرارية، أو مياه المصهورات البركانية الساخنة Magma وقد يتكون التلك من المعادن الغنية في الماغنسيوم الموجودة في الصخور النارية القاعدية بمثل هذه الطريقة. و يوجد التلك أحيانا على هيئة طبقات رقيقة في صخور الشيست. و يغلب وجود خامات حجر الصابون بالقرب من تداخل الصخور فوق القاعدية.

الباريوم Barium

للباريوم مركبان رئيسيان هما البارايت أو كبريتات الباريوم (با كب أ 4)، والويزارايت أو كربونات الباريوم (با ك أ 3) والأول أهمها تجاريا وصناعيا. و يدخل الباريت في صناعة الطلاء الأبيض «الليثوبون» Lithopone غير السام والذي يستخدم أيضا في صناعة المطاط والورق والزجاج واللينول، قماش المشمع oilcloth والجلد وتنقية السكر، وللبارايت دور هام جدا في الطفلة التي تصب في آبار الزيت أثناء عمليات الحفر، وتستخدم كربونات الباريوم في التقسية السطحية لأنها الصلب، وفي الصناعات الحربية والإشارات الضوئية والأغراض الطبية.

أما الباريوم كفلز، فهو يستعمل لحد ما في السبائك، فبإضافته إلى

الرصاص والكالسيوم تصنع سبائك الكراسي، و بسبكه مع الألمنيوم أو الماغنسيوم أو النيكل تصنع خامات صمامات الراديو وما شابه.

والبارايت معدن كثير الوجود مع الخامات الأخرى، وخصوصا الرصاص والزنك كما يوجد منفردا في عروق تخترق صخورا مثل الحجر الجيري والدولومايت، وتتكون معادن الباريوم أصلا من محاليل ساخنة حاملة للمعدن، وعلى الرغم من ذلك تتكون رواسب الباريوم في حالات قليلة من مياه أذابت الباريوم وركزته في الصخور المحيطة، و يتكون البارايت أيضا كرواسب متخلفة عن أنواع من الطفل نتجت عن تعرية صخور محتوية على الباريوم وقابلة للذوبان، أما الويزارايت فمن النادر وجوده بكميات اقتصادية.

ب-6- المعادن الكيميائية

الملح الصخري والملح العادي Rock Salt & Common Salt

قليل من الملح يصلح الطعام، هذا الملح المقصود هو الملح العادي أو كلوريد الصوديوم، وهو بجانب إصلاحه للطعام ضروري لكل فرد حتى أن حاجته منه تبلغ 12 رطلا في العام، وكذلك تحتاجه آكلات الأعشاب من الحيوانات. و بقدر ما يدخل الملح في الطعام فله أيضا الأهمية الكبرى في الصناعات الكيميائية، إذ يدخل في تحضير قائمة كبيرة جدا من الكيماويات، ككربونات الصوديوم (رماد الصودا Soda Ash) والصودا الكاوية. الخ، وتدخل كبريتيات الصوديوم المنتجة من الملح في صناعة لباب الورق، وكذلك الصودا الكاوية أو أيدروكسيد الصوديوم الذي يحضر بالتحليل الكهربي للملح ضروري في صناعات الصابون والألياف الصناعية، وفي تنقية البوكسايت، تمهيدا لاستخلاص الألومنيوم منه، وفي تكرير البترول. وفي غاز الكلر من الملح، لاستخراجه في عمليات تبييض Bleaching اللباب والورق والمنسوجات وتطهير المياه، وفي كثير من الصناعات الكيميائية والمعدنية.

و يتكون الملح النقي من 66 , 60٪ كلور و 34 , 39٪ صوديوم. والملح بشكل عام غير موصل للكهرباء، بينما هو موصل رديء للحرارة، ومن ثم يستخدم على هيئة كتل وعدسات في التجارب الخاصة بالحرارة المشعة.

و يوجد الملح في الطبيعة على هيئة الملح الصخري، أو الهاليت، وعندئذ فهو في غالب الأحيان يحتوي على الشوائب، مثل. كبريتات وكلوريد الكالسيوم

والماغنسيوم، و يستخلص الملح في المناطق الدافئة من مياه البحر بالتبخير في ملاحات ضحلة بواسطة حرارة الشمس، وكثيرا ما تقوم الطبيعة بنفس العمل إذا ما توفرت الظروف، كما هو الحال في البحر الميت مثلا. و بطبيعة الحال قد تدمرت ببعض مناطق الأرض في العصور الجيولوجية السابقة نفس الظروف ومن ثم تكون الملح الصخري وغيره من الأملاح على شكل رواسب يعثر عليها في باطن الأرض، و يتراوح سمكها ما بين القليل من الأقدام وألف القدم في بعض الأحيان مصحوبة بالجبس والانهيدرايت، كما بينا سابقا. ونعيد هنا ذكر ترتيب الترسيب لتلك الأملاح، تبعا لأسبقيتها على النحو التالي: كربونات الكالسيوم والماغنسيوم أولا، ثم كبريتات الكالسيوم والماغنسيوم، ثم الملح الصخري، ثم أخيرا أملاح البوتاس والماغنسيوم. لكنه نادرا ما يتواجد هذا الترتيب الكامل في مكان ما. و يقابل الباحثون عن البترول عند الحفر ما يسمونه قبة الملح.

السترونشيام Storntium

عنصر من عناصر المعادن الكيميائية، يدخل في إنتاج الألوان الزاهية في الصواريخ والألعاب النارية، حيث لا يوجد بديل لنترات السترونشيام في ذلك. كذلك يستخدم هذا العنصر في صناعة السكر من البنجر، وفي الأغراض الكيميائية والصيدلية، وفي صناعة المطاط والبويات، وكمزيل للكبريت في صناعة الصلب. وأهم معدنين من معادن السترونشيام هما: السيليستايت أو الكبريتات (ست كب أ 4) والسترونشيانايت أو الكربونات (ست ك أ 3)، وهما يعتبران المصدرين الوحيدين لأملاح السترونشيام المستخدمة في الصناعة. والأول وهو الأهم، يوجد عادة على هيئة عروق أو طبقات غير منتظمة،أو جيوب في الصحراء الرسوبية، حيث يترسب المعدن من مياه بحر داخلي تبخرت أثناء فترة جفاف جوي. أما العروق فتتكون بتأثير محاليل ساخنة حاملة للمعدن.

البوراكس والبورات Borates

يعتبر البورون وأملاحه واحدا من أهم العناصر الكيميائية اللازمة للصناعة فالبوراكس يستخدم في صناعة المينا الخزفية enamel لتغطية

الحديد في أدوات المطابخ وأحواض الاستحمام وغيرها، وهو مع حمض البوريك ضروري لصنع الطلاء اللامع للقيشاني والأدوات الصحية، و يستعمل البوراكس بكثرة في صناعة الزجاج، و بخاصة زجاج البوروسيليكات المسمى «بيركس» Pyrex بما له من فوائد صناعية كثيرة لمقاومته للحرارة وانخفاض معامل تمدده، مما يجعله صالحا في الاستعمالات التي تتطلب تغيرات فجائية في درجات الحرارة العالية. وللبوراكس دور هام في صناعة المنسوجات، والجلود والورق، والخشب الابلكاش والجص والبويات. وهو يلعب دورا هاما في المعايرة وفي تنقية المعادن الثمينة. وفي الصناعات المعدنية. ولكل من البوراكس وحامض البوريك قيمة كبيرة في ميدان الطب والصيدلة.

ومع أن الأهمية الأولى للبوراكس هي في الصناعات الكيماوية إلا أن له دورا في صناعة السبك كذلك، فالبورون عنصر لا فلزي، وسبيكة الفروبورون تستخدم أحيانا كمضادة للأكسدة، أو لزيادة شدة الصلب ومتانته. وكربيد البورون يستخدم للتجليخ بأفضل مما تستخدم المواد الصناعية.

ومعادن البورون كثيرة جدا، ومن بينا البوراكس والكارنايت اللذان لهما أهمية بالغة.

وتوجد البورات بجوار الينابيع الحارة، وفي بحيرات المناطق البركانية وهي تترسب على هيئة قشرة سميكة بعد تبخر ماء تلك البحيرات وما يماثلها، أو على السطوح المنعزلة الجافة..

السيليمانايت ومجموعته: Sellemanite & Group

مجموعة من المعادن، عرفت حديثا وأصبحت مطلوبة بكثرة في الصناعة، وبخاصة صناعة الحراريات. فالحرف المصنوع منها يمتاز بارتفاع درجة انصهاره وانخفاض معامل تمدده وتحمله للصدمات، وانخفاض قدرته لتوصيل الكهرباء واهم المعادن التجارية في هذه المجموعة هي الأندالوسايت أو سيليكات الألمنيوم والسيليمانايت أو بورو سيليكات الألمنيوم. وهي توجد في الصخور المتحولة، مثل النبس والشيست التي تحولت عن الصخور الطفلية والإردواز بفعل تدخل المصهورات والحمم النارية الحمضية، كما تجد أحيانا ني البيجماتايت ا لجرانيتي.

السيلينيام Selenium:

لوحظ أنه عندما يسقط ضوء على هذا العنصر فان مقاومته الكهربية تنخفض بدرجة متناسبة مع شدة الضوء الساقط ولقد أهلته هذه الخاصية لاستخداماته في نقل الصور والرسوم على الأسلاك للصحف والتليفزيون، وفي تسجيل الصوت وفي الأجهزة الأوتوماتيكية لإضاءة مصابيح الطرقات، والعلامات البحرية، وإشارات المرور، وفتح الأبواب وغلقها دون لمسها، وفي أجهزة مكافحة السرقة كما يستخدم هذا العنصر في تمكين الضرير من القراءة العادية عن طريق الأذن بواسطة جهاز الأبتفون.. . الخ. و بالرغم من طرافة هذه الاستخدامات فان العنصر يستهلك بكثرة في صناعة الزجاج الملون والمطاط والأدوية والصبغات، ومواد التصوير الفوتوغرافي، وإكساب الكابلات مناعة ضد الحريق، و يوجد السيلينيام في الطبيعة على هيئة مركب سيليناید الرصاص والنحاس والزئبق والفضة. وتوجد هذه المركبات في الطبيعة بكميات صغيرة مصاحبة لبعض المعادن الكبريتورية، ولذلك لم يكن السيلينيام يوما منتجا رئيسيا في أحد المناجم، ويمكن الحصول عليه من مصانع تنقية النحاس.

ب-7- معادن التسميد:

النترات Nitrate:

تعتبر نترات الصوديوم (ص ن أ3) أو ملح بارود شيلي ونترات البوتاسيوم (بون أ 3) أو ملح البارود من أهم معادن النترات صناعيا، ولقد كانت لنترات الصوديوم أو للملحين معا أهمية كبرى في إنتاج النتروجين، بجانب مصدره من تحويل الفحم إلى كوك، أو بطريق التثبيت من الهواء الجوي، أو بتحضير الأمونيا صناعيا من النتروجين والأيدروجين، وتستهلك صناعات الأسمدة قدرا كبيرا من مركبات النتروجين تلك على هيئة كيريتات الأمونيوم ونترات الصوديوم وسيناماید الكالسيوم. كذلك يستخدم النتروجين في صناعة المفرقعات والزجاج والأصباغ والأعمال الكيماوية.

ولمعظم معادن النترات قابلية كبيرة للذوبان في الماء، ومن ثم يقتصر وجودها على المناطق القاحلة في الغالب الأعم، وهي عادة تحتوي على شوائب مثل البوتاسيوم والماغنسيوم واليود والبورون، وكلها ذات قيمة عند

استخلاصها. و يتراوح سمك طبقة (الكاليش) أو النترات من بضع بوصات إلى عشرات الأقدام، وتعتبر شيلي من أهم مناطق النترات في العالم، وقد تعددت الآراء بشأن تكوينها، فمن قائل بأن تثبيت النتروجين كان نتيجة للعواصف الرعدية، إذ من المعلوم أن شحنات البرق تنتج أكاسيد نتروجين، ومن قائل بأن النترات قد تكونت من ذوبان فضلات الطيور، و يقول آخرون بالتثبيت البكتيري أو أكسدة المادة النباتية النتروجينية، أو نشوء نترات الصوديوم من ذوبان صخور بركانية في ظروف قاحلة.

اليود: Iodine

واحد من العناصر الهامة في الصناعات الكيميائية والطبية و يدخل في عمل محاليل الحساسة ensitising الخاصة بالأفلام والألواح والأوراق الفوتوغرافية.

يحصل على اليود كناتج ثانوي في مناطق تواجد النترات، إذ الأزوتات الخام (الكاليش) تحوي رطلا واحدا من اليود على هيئة أيودات في كل طن، كما أن هناك أنواعا من الأعشاب البحرية تستخلص منا كميات كبيرة من اليود بعد حرقها، كما يوجد اليؤني مياه بعض الآبار المالحة.

البوتاش: Potash

البوتاش عنصر هام من عناصر التسميد، والاسم (برث اش) نتج عن استعمال الأواني الحديدية pots في تبخير المحاليل التي تنتج عن غسيل الجير ورماد النباتات. ash سماد البوتاش سماد فعال جدا، إذا استخدم مع كميات ملائمة من مواد أخرى مفيدة في تغذية النبات، مثل الفوسفات والنترات. و بالإضافة إلى استخدام البوتاش كمخصب زراعي فان دوره في الصناعات الكيميائية كبير، و بخاصة في صناعة الصابون والزجاج البلوري والملون، وفي الصناعات الغذائية البترولية والمفرقعات والصبغات والثقاب والطب، و يستعمل البوتاش أيضا كعامل مساعد على الانصهار في عمليات الصهر الخاصة باستخلاص الماغنسيوم والألمنيوم.

والبرتاسيوم (البوتاش واحد من أملاحه) يوجد في أغلب أنواع الصخور، متحدا مع غيره من العناصر، وعلى الأخص الألومنيوم والسيليكون على

هيئة سيليكات البوتاسيوم والألمنيوم في كثير من المعادن الأولية، مثل معادن الفلسبار والميكا، وبتحلل تلك المعادن يذوب ما بها من برتاسيوم في مياه جارية تحمله إلى لبحار، و يتبخر ماء البحر في ظروف معينة، وعلى مر العصور الجيولوجية الغابرة في المناطق الجافة لتتركز أملاح كلوريد وكبريتات البوتاسيوم والماغنسيوم التي قد تكون رواسب ذات قيمة اقتصادية. ومن مصادر البوتاش المهمة مياه البحيرات المالحة أو البحار المقفلة، مثل البحر الميت. وهو ينتج البروم بجانب البوتاش

الدياتومايت: Diatomite

للدياتومايت أسماء مختلفة، منها الطينة الدياتومية، والكيزلجور.. الخ و يتركب الدياتومايت من السيليكا المائية المتكونة عن رواسب ناتجة من تراكم آلاف مؤلفة من السنين من دياتومات سيليسية بالغة الصغر، والدياتومات في حد ذاتها هي مجموعة من النباتات البحرية اللازهرية المعروفة بالطحالب تعشى في المياه العذبة أو مياه البحر، وتحوي البوصة المكعبة من الدياترمايت فن 40 إلى 70 مليرن دياتوم. والدياتومايت الجاف مادة بيضاء تشبه الطباشير في مظهرها ولكمنا أخف وزنا وأكثر مسامية ولها القدرة على امتصاص ثلاثة أضعاف وزنها ماء. وهي مادة صالحة كعازل للحرارة والبرودة والصوت. و يستخدم الدياتومايت في صناعة الديناميت والسكر ومستخلصات الشعير وعصير الفواكه والمشروبات والزيوت المعدنية ومنتجات البترول والصناعات الطبية. كما يستخدم الدياتومايت لتبطين الأفران والمراجل وتغطية المواسير والثلاجات والمباني وفي صناعة البويات والمطاط واللدائن الصناعية. كذلك يستخدم الدياتوميت في تنقية الغازات. الدياتومايت على ما رأينا من أصل عضوي ومن الممكن أن درجة الملوحة المنخفضة في المحيطات القديمة تسببت ولو جزئيا في تكوين رواسب سميكة من الدياتومايت في الحقب الثلاثي وأكبر الرواسب المعروفة من العصر الميوسيني هي رواسب بحرية.

الكبريت والبيرايت: sulfur & Pyrit

يندر وجود طريقة إنتاج صناعي هامة لا يستعمل فيها الكبريت بصورة

أو بأخرى، ومرجع ذلك أن حامض الكبريتيك يعتبر أهم سلعة في الصناعات الكيميائية، ونزيد أن هذا الحامض هو أهم عامل لإحداث تغيرات بعيدة المدى في عالم المعادن، ويحصل على هذا الحامض من مصادر منها : البيرايت (ح كب 2) والكبريت الطبيعي، ومن الكبريت المستخلص من غازات الأفران، والغازات الصناعية الأخرى.

و يستعمل ثاني أكسيد الكبريت في صناعات الورق والسماد والبترول والحديد والصلب، ومنتجات الفحم والصناعات المعدنية، والبويات والغزل الصناعي والمطاط والمبيدات الحشرية والعشبية الضارة، والأسمنت الذي لا يتأثر بالأحماض (يحتوي على 40 ٪ كبريت).. الخ..

و يتكون الكبريت في الطبيعة عند فوهات البراكين أو بالقرب منها، وحيثما تنبعث الغازات الكبريتية، مثل كبريتور الأيدروجين وثاني أكسيد الكبريت، كما ينتج العنصر أيضا من أكسدة كبريتور الأيدروجين غير الكاملة، حيث يوجد الكبريت في الطفل. وتحل أحيانا المياه الكبريتية الساخنة محل الأحجار الجيرية مكونة الكبريت أو الجبس ومعادن أخرى حاملة للكبريت. ويمكن للبكتريا أكسدة كبريتور الأيدروجين واختزان الكبريت في خلاياها، أو أن تختزل الكبريتات وتحرر كبريتور الأيدروجين للحصول على الكبريت. وتوجد خامات كبيرة للكبريت في صخور رسوبية مصاحبة لصخور جيرية وجبس، واكثر هذه الرواسب إنتاجا تلك الموجودة بالصخور العليا المستقرة فوق الكتل المتداخلة من الملح الصخري. ، أو فوق قباب الملح، ويقال أن الكبريت يكون قد تكون عندئذ نتيجة لنشاط البكتريا الأنايروبية Anearolic Bacteria- وذاك مجرد رأي..

ويتم تعدين الكبريت من الرواسب العميقة بطريقة فراش التي تتضمن إدخال الماء فوق المسخن (175 درجة مئوية) إلى طبقات الكبريت فينصهر (درجة انصهاره 115 م)، ثم بدفع الكبريت إلى السطح بواسطة الهواء المضغوط.

أما البيرايت فهي كلمة يونانية معناها النار، وذلك لانبعاث الشرر منه عند طرقه بشدة بآلة معدنية، و يشبه البيرايت الذهب لونا. وهو يتكون كيميائيا من 4 , 53٪ كبريت و 6 , 46 ٪ حديد، عندما يكون نقيا. والبيرايت من اكثر المعادن الكبريتورية وجودا. و يوجد في معظم أنواع الصخور على

هيئة بلورات مكعبة صغيرة أو حبيبات منتشرة، وأهم الخامات الاقتصادية تنتج من محاليل معدنية حارة، حيث يكون قد تم الإحلال الإيدروحراري للصخور، وتوجد على هيئة عدسات كبيرة أو كتل، وأحيانا توجد شوائب من النحاس والرصاص والزنك والذهب في البيرايت يتسبب عدم وجودها أحيانا في اعتبار الخام غير مربح تجاريا.

الفسفور: Phosphorous

إن كلمة فوسفور كلمة يونانية تعني حامل الضوء وقد أطلقها الكيميائي الألماني (براندت) سنة 1669 على مادة شمعية القوام، مصفرة اللون، أنتجتها التجارب أثناء بحثه عن حجر الفلاسفة، ذلك المعدن الذي قيل إن بقدرته أن يحول أي معدن إلى الذهب الإبريز بمجرد ملامسته، وكانت تلك خرافة، والفوسفات كلمة هي الأخرى غير عربية أصلا، ومعناها الصخور والأحجار التي تحتوي عنصر الفوسفور.

والفسفور عنصر حياة، في الحيوان والنبات. ولما كان كل لحم عشبا.. كان لابد من توافره للنبات أولا، ولتكون من بعد حياة.. إلا أن هناك حقيقة، هي أن مركبات الفوسفور غير ميسرة للنبات، برغم عدم ندرة الفوسفور في الطبيعة. وإنما ذلك لأنه يوجد على هيئة معادن لا تستطيع النباتات الانتفاع بها، من هنا كان لابد للصناعة من التدخل لتحويل الفوسفات الطبيعي غير القابل للذوبان إلى حالة أخرى قابلة للذوبان يسهل على النبات امتصاصه. من هنا كانت صناعة المخصبات الفوسفاتية لازمة وضرورية. ذلك لأنه ثبت أن طنا واحدا من القمح يستخلص من التربة في المتوسط حوالي 47 رطلا من النتروجين، و18 رطلا من حامض الفوسفوريك و 12 رطلا من البوتاسيوم، و بذلك تتناقص خصوبة التربة، وما لم تعوض تلك المواد تتدهور التربة تماما.

ويحصل على مقادير كبيرة من السماد المحتوي على الفوسفور بعدة طرق، منها:

1- من طحن الجلخ الفوسفوري المسترجع من أفران الصلب القاعدية.

2- من استخدام الفوسفات الصخري الناعم، كما هو.

3- من تصنيع الفوسفات إلى سوبر فوسفات بأنواعه.

وبجانب استخدامات الفوسفات في التسميد فان له استخدامات صناعية مختلفة أخرى، مثل صناعة الفوسفور الفلزي والصناعات الكيماوية الفوسفورية والطوب الحراري والأغذية المحفوظة. وتصهر كميات من الفوسفات في الأفران العالية لعمل سبيكة الفرو فوسفور أو الفوسفور البرونزي.

و يعتبر معدن الأباتايت المصدر الأول للفوسفور. والأباتايت يوجد بكميات ثانوية في معظم أنواع الصخور النارية، ونادرا في الصخور الرسوبية والمتحولة، و يقتصر وجود الأباتايت بكميات تستحق الاستغلال على أماكن قليلة، مثل عروق البجماتايت، أما صخر الفوسفات فهو من أصل بحري. ومن ثم يتواجد بين طبقات من الحجر الجيري والمارل والصخور الرملية الطفلية، ومن المحتمل أن يكون أصل الفوسفات في هذه الحالة المواد العضوية المتجمعة في قيعان البحار، والتي تتفاعل مع كربونات الكالسيوم، لتكون عقدا من فوسفات الكالسيوم. وتتكون صخور الفوسفات معدنيا من الكلوفان.

كما ينتج صخر الفوسفات في كثير من الأحيان من إذابة فضلات الطيور البحرية المتراكمة والتي تتجمع في فترات طويلة في جزر المحيطات والشواطئ الصحراوية، والتي يبلغ سمكها أحيانا اكثر من مائة قدم. و يتسرب حامض الفوسفوريك المذاب من تلك الفضلات إلى أسفل، وتتحول بذلك الصخور الجيرية المغطاة بالفضلات إلى صخور فوسفاتية.

ولقد قلنا أن المصدر الأول هو معدن الأباتايت، وهو معدن ناري بمعنى أنه يأتي من الماجما مباشرة مع الصخور النارية، ثم يذاب الفوسفات من تلك الصخور النارية بواسطة المياه السطحية، ثم تمتصه كل الكائنات الحية، نباتية كانت أو حيوانية، في البر والبحر. ثم يعود الفوسفات بعد موت الكائنات إلى التربة أو إلى الطبقات الرسوبية، ليذاب و يستعمل من جديد في الأجيال المستقبلة، وهكذا دورة بلا نهاية، فالمادة لا تفنى ولا تستحدث.. وتحتوى خامات الفوسفات التجارية عادة على 60- 90٪ من فوسفات الكالسيوم الثلاثي.

ب-8- معادن السحج :Abrasive Minerals

استعملت المواد الصلبة كما توجد في الطبيعة أو بعد طحنها للتجليخ

والصنفرة منذ أقدم الأزمنة، ولقد استحدثت في السنوات الأخيرة مواد صناعية لهذا الغرض، وثبت أن بعضها أجود من المواد الطبيعية عند استعمالها في أغراض معينة، وان ظلت للطبيعة المكانة السامية، لوجود الماس أصلب المواد الخادشة وأجودها.. ثم إن الطبيعة هي المعين والنبع الأساسي لكل المواد قبل وبعد التصنيع.

والكاربورندم واحد من أعظم مواد التجليخ الصناعية، و يصنع من خليط من المواد الرخيصة المتوفرة، مثل: السيليكا والكوك ونشارة الخشب في الفرن الكهربي حيث يتم التفاعل على النحو التالي:

س أ 2+3 ك = ك س +2 ك أ

والكورندم الصناعي، مفيد أيضا للتجليخ، و يصنع بواسطة صهر معدن البوكسايت ي الفرن الكهربي، ليكون على شكل حبيبات أو مسحوق. وكربيد البورون يصنع من خليط من البوراكس والكوك، ولكربيد البورون صلابة تقدر بحوالي 20 إذا قيست بصلابة الكورت إلى مقدارها 7 وصلابة الماس التي مقدارها يتراوح بين 36 إلى 42 حسب النوعية.

تلك هي الأنواع المصنوعة أما الأنواع الطبيعية من خامات التجليخ، فهي بحسب ترتيب صلابتها: الماس والكورندم والامرى والجارنت،. وربما استخدم الحجر الرملي كذلك. وبخصوص الماس فان النوعين الرئيسيين المستعملين في التجليخ هما الماس الأسود (الكربونادو) والماس الرديء اللون (البورت) وكلاهما يوجد على حاله في الطبيعة.

أما الكورندم أو أكسيد الألمنيوم لو 2 أ 3 فيتلو الماس مباشرة في صلابته. والنوع العادي منه والمستعمل في التجليخ غير شفاف ولونه رمادي كامد عادة أو بني، و يتكون من بلورات على هيئة منشورات سداسية الجوانب، تنتهي إلى طرفين مسلوبين على شكل برميل. وأنواع الأحجار الكريمة من الكوندم كالصفير والياقوت شفافة وذوات ألوان جميلة، فالصفير أزرق، والياقوت أحمر (دم الحمام). والكورندم عادة يتبلور مباشرة من المصهورات المعدنية الغنية بالألومنيوم، والشحيحة في السيليكا، مثل النيفلين سيانايت.

وأما الأمرى، فيتكون من خليط من الكورندم المحبب والماجنياتايت، وتوجد عادة خامات الامرى على هيئة عدسات أو جيوب في الحجر الجيري المتبلور أو على هيئة رواسب متخلفة بعد إزالة مثل تلك الصخور بواسطة

عوامل التعرية.

ثم الجارنت، وهو على أنواع مختلفة، إلا أن تلك المستعملة في أغراض التجليخ هي من نوع الجارنت الحديدي، وأشهرها ما يسمى الألمندين ح 3 لو 2 (س أ 4)3. وعلى الرغم من أن الجارنت، مكون مألوف في كثير من أنواع صخور النيس والشست إلا أنه من النادر وجوده في هذه الصخور بتركيز كاف يستحق الاستغلال.

ب-9- معادن الزينة Gemstones

من المستحسن هنا أن نميز بين المعادن الثمينة ومعادن الزينة فربما كانت معادن الزينة أشمل في المعنى، لأنها تتضمن المعادن الثمينة، التي غالبية استخداماتها للزينة. وسميناها معادن لأنها تشمل الفلز وغير الفلز، ولأن كلمة معدن أقرب للمفهوم العام، و يقصر إطلاق لفظ المعادن الثمينة على الذهب والفضة والبلاتين دون غيرها. وليس ارتفاع تكاليفها وغلو أسعارها وندرتها هي العوامل الحاسمة في إطلاق هذا الاسم عليها، بل كذلك لتدخل القانون في تحديد قيمتها ومراقبة أسعارها، حيث أن للعملة دورا حاسما في تحديد قيمتها. وهناك تسمية أخرى هي المعادن النبيلة، ويختلف المقصود بالمعادن الثمينة عن المقصود بالمعادن النبيلة، رغم أن البلاتين مثلا يعتبر معدنا ثمينا ومعدنا نبيلا في ذات الوقت. وتتميز المعادن النبيلة بمقاومتها العالية للأحماض وللصدأ وهي بحالتها الأصلية دون سبك، والمعادن النبيلة هي: الذهب والبلاتين والايريديوم والروديوم والأوزميام والرتينيوم. ومن المعروف أن الراديوم و بعض معادن أخرى أغلى ثمنا من البلاتين، إلا أنها لا تعتبر من المعادن الثمينة.

أما معادن الزينة اللافلزية فهي: الماس والياقوت والزبرجد والبريل والتركواز والتوباز.

ومن المعلوم أن الإنسان قد عبد الأحجار قديما، واتخذ منها آلهة أصناما. ولا يزال الإنسان المسكين يخضع لبقية باقية من آثار تقديسه للصخور والجواهر فتدفع الإنسانية الكثير ثمنا لبعض فتات الصخر والحجر، التي لا يميزها عن غيرها إلا شيء من لون زاه أو بريق أخاذ. و يأتي الماس في مقدمة تلك الأحجار. و يستخرج الحجر الكريم عادة من معدنه (غشيما)

غير ذي وجاهة أو شكل جميل. ثم يتناوله الإنسان بالفحص والقطع والصقل والتلميع والتشكيل قبل أن يصل إلى أنامل الغيد، ورقاب الحسان. ولقد كان (بيركن) أول من قطع الجواهر وألماسات بحيث تكون للواحدة عدة أوجه، بدلا من نظام الفصوص، بين كل وجه وآخر زاوية معلومة محسوبة بدقة وفن، لكي يتسنى للحجر الكريم أن يعطي أقصى ما يستطيع من البريق واللمعان، والماس أصلب المعادن جميعا. ومن ثم كان أشد الجواهر عنادا في صقله وتشكيله، فالماسة التي وزنها قيراط واحد، تظل ثماني ساعات تقاوم منشارا، بل قرصا من النحاس المطعم بمسحوق الماس، يدور بسرعة 2500-3000 لفة في الدقيقة حتى تقطع.

أما الجواهر الأخرى غير الماس فلا تحتاج إلى ما يحتاج إليه الماس من عناء. وتباع الأحجار الكريمة بالقيراط، الذي اتفق في عام 1912 على أن يكون وزنه مائتي ميللجرام بالضبط، و يزداد سعر القيراط من الجوهر بزيادة وزن الجوهرة ذاتها. فالقيراط في زبرجدة وزنها عشرة قراريط أغلى منه في أخرى وزنها ثلاثة قراريط مثلا. ولا تزال الأحجار الكريمة تحمل صفات وتسميات إغريقية لاتينية وعربية وسنسكريتيه قديمة قدم التاريخ، ولقد جاهد العلماء ليصنعوا للمجوهرات بدائل مصنوعة.

وعموما فان في الطبيعة ما يزيد على ثلاثة وسبعين معدنا تصلح كلها لتكون أحجارا كريمة. وفيما يلي طائفة تلي الماس قيمة ومرتبة:

الياقوت: منه الأحمر وأفضله ما كان في لون دم الحمامة. والياقوت الأصفر (توباز) ويميز العرب نوعا منه يسمى (الحلوقي) شديد الصفرة، والجلناري أشد صفرة وأكثر إشعاعا.

حجر الياقوت: و يسمى الزرجون، وهو جوهر تشوبه زرقة بالتسخين، فيشبه الماس.

الزمرد: وخيره الأخضر. وقد اكتشفت بلورة واحدة من الزمرد تزن عدة أطنان في منجم «اسوريث» في ولاية «هامبشاير».

العقيق: و يسميه العرب حجر سيلان، وهو متعدد الألوان حتى ليشبه الياقوت الأحمر.

أكاسيد السيليكون: ومنها ما هو متبلور لا لون له، أو تشوبه صبغة بنفسجية جميلة كالجمشت. ومنها ما هو غير متبلور كعين الشمس. ويختلف

لونه ما بين الأبيض والأصفر، والبني والأحمر، والجمري الأخضر، ومنه ما يتخذ شكل الأخشاب أو العظام أو الطحالب.

العقيق: و يتكون من طبقات رقيقة لكل لونها الخاص. وقد تضعف هذه الألوان، فيغمس العقيق في العسل، ثم في حامض الكبريتيك المركز فتبين طبقاته جميلة واضحة.

الزبرجد: يخلط العرب بينه وبين الزمرد، و يلفت القلقشندي في كتابه صبح الأعشى النظر إلى هذا الخلط مستندا إلى العالم العربي التيفاشي الذي ورد ذكره سابقا بإيضاح كبير، وهو يوجد على شكل بلورات خضراء وصفراء، و يتركب الزبرجد كيميائيا من سيليكات الماغنسيوم والحديد، و يعزى الاخضرار إلى شوائب النيكل. و يبلغ وزن بعض بلورات الزبرجد نحو 190 قيراطا.

الفيروز: يعتبر الفيروز الفارسي والمصري من سيناء من أحسن الأنواع، والفيروز حجر أزرق سماوي مخضر، يتركب كيميائيا من فوسفات الألمنيوم والنحاس. وإذا طال تعرضه للشمس أبيض لونه. وكان الفراعنة يتخذونه لعمل التعاويذ والرقي.

ثم، الاحتياطيات..

كان ذلك استعراضا للهيكل العام للثروات المعدنية، ودورها في خدمة الإنسان.. ولكن إلى أي مدى تكفي الخامات والثروات المعدنية احتياجات البشرية مستقبلا ؟ ذلك سؤال، أثار كثيرا من الجدل، وتعددت بشأنه وجهات النظر. فهناك فريق من الباحثين يرون أن مصادر الخامات المعدنية في العالم لن تكفي أكثر من فترة الخمسين عاما القادمة، وهناك آخرون يرون رأيا مخالفا، وهو أن موارد الثروة المعدنية سوف تكفي لآماد طويلة، وهؤلاء هم الراجحة كفتهم. لقد زادت معدلات الاستهلاك. المعدني بعد الحرب العالمية الثانية زيادة كبيرة عن المعدلات السابقة في كل البلاد المتقدمة والنامية. وأصبح جليا أن الزيادة في النمو السكاني وفي مستويات المعيشة لقارات آسيا وأفريقيا وأمريكا اللاتينية لابد أن يترك أثرا واضحا وخطيرا في قدرات المصادر الطبيعية على سد الاحتياجات، فالعالم اليوم تعداده قارب الأربعة بلايين نسمة، و يتنبأ الكثيرون بأن هذا الرقم سوف

يقفز إلى 6,5 بليون من البشر عام 2000. وإذا افترضنا ثبات المعدلات الحالية لاستهلاك الفرد في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها، ورفعنا معدل استهلاك الفرد في الدول الأخرى ليصل في عام 2000 إلى مستوى استهلاك الفرد الأمريكي هذا، فانه يتحتم في عام 2000 أن يتضاعف الإنتاج السنوي من الخامات والثروات المعدنية ثلاثين مرة عن معدله الحالي، (خلال عام 1970 استهلكت الولايات المتحدة وحدها 40٪ من إنتاج العالم من الألمنيوم و30٪ من إنتاج النحاس و 24٪ من إنتاج البترول و21٪ من إنتاج الفحم، بل وكان استهلاكها خلال الثلاثين عاما الأخيرة من الخامات المعدنية والوقود اكثر مما استهلكه العالم أجمع منذ بدء التاريخ).

ومع تفاؤل المتفائلين فانه لا مناص من إيجاد مصادر جديدة نتيجة لهذه الأمور:

1- تزايد النشاط الاستكشافي.

2- رفع الأسعار الذي يشجع على استغلال الخامات الواطئة الدرجة.

3- التقدم التكنولوجي في وسائل الاستخراج، ومعالجة الخامات.

لماذا ؟ لأن احتمالات التزايد على الطلب في المستقبل حقيقة واقعة. وتلك الاحتمالات لابد أن تأخذ في الاعتبار عوامل عديدة، منها معدلات النمو الاقتصادي، والزيادة في الاستهلاك، وتفاعل التقدم التكنولوجي مع متغيرات التكلفة والسعر، ثم أخيرا مدى تغير مفهومنا لمواصفات الخامة الصالحة للاستغلال الاقتصادي، وجميعها لاشك عوامل تزيد من صعوبة التنبؤ المبني على أساس كمية وقيمة الإنتاج التعديني العالمي في أوائل هذا العقد.

ويتضح من هذا الجدول أنه على أساس تقديرات عام 1968 فان بعض الفلزات مثل الكوبالت والفانديوم والكروم تعتبر وفيرة الاحتياطات نسبيا (عمر استنزافها من 70- 120عاما) إلا أن الفانديوم لو تزايد الطلب عليه نتيجة اتساع رقعة استخداماته في الصلب المميز فان رصيده من الاحتياطيات سيكون شحيحا، وكذلك التيتانيوم، ومهما اختلفت مصادر البيانات، وتعددت طرق الحساب، فانه من الواضح أن أزمة توافر احتياطيات الخامات مقابل التزايد في الطلب سوف تواجه العالم، أن عاجلا أو آجلا، على أساس ما هو معروف اليوم من ظروف تكنولوجية-اقتصادية،

الانتاج التعديني لعام 1970

الخامات	الكمية بمليون الطن	القيمة بمليون الدولار	الخامات	الكمية بمليون الطن	القيمة بمليون الدولار
الوقود			مركزات معادن أساسية	800	
وقود صلب	3000	23944	اجمالي	1315.5	42830
وقود سائل	2300	48600			
وقود غازي	850	5807	**خامات معادن لا فلزية**		
وقود ذري	0.2	410	للبناء	12100	25000
اجمالي	6150.2	78761	أحجار كريمة		11000
			مسمدات	140	4800
خامات معادن فلزية			غيرها	420	3500
معادن غير ثمينة	504	36620	اجمالي	12660	44300
معادن السبائك	11.3	2759	كمية وقيمة الانتاج التعديني العالمي لعام 1970		
معادن ثمينة	0.2	3451			

جدول 15 كمية الخامات المعدنية وقيمتها بملايين الدولارات

لقد قام العالمان جوفيت وجوفيت في عام 1973 بتقدير الاعمار الباقية لاستنزاف عدد من الفلزات وكانت كما يتضح في جدول -16

الفلز	الاحتياطات تقدير عام **69** بمليون الطن	معدل الاستهلاك عام **1969** بمليون الطن	عام **2000** بمليون الطن	السنوات الباقية من عمر الخام قبل الاستنزاف الكامل اعتبارا من عام **1972**	
				على أساس احتياطات **1968**	على أساس خمسة أمثاله
قصدير	4.38	0.23	0.53 - 0.29	16 - 26	55 - 121
زنك	123.73	5.76	15.40 - 11.26	16 - 20	51 - 66
نحاس	393.4	8.56	38.80 - 24.70	21 - 25	56 - 70
رصاص	91.0	4.00	8.10 - 5.60	21 - 28	66 - 96
ولفرام	1.33	0.03	0.14 - 0.08	24 - 30	73 - 84
موليبدنم	4.9	0.06	0.27 - 0.20	30 - 37	78 - 96
تيتانيوم	46.85	1.43	7.50 - 3.26	31 - 57	81 - 142
نيكل	68.00	0.42	1.57 - 1.08	54 - 74	124 - 171
كوبالت	2.17	0.02	0.04 - 0.03	71 - 124	189 - 394
فاناديوم	13.5	0.02	0.11 - 0.06	91 - 127	212 - 292
كروم	775.3	1.98	5.58 - 3.66	108 - 148	250 - 394

وقد تكون نهاية المطاف مستقبلا اللجوء إلى استغلال كتلة الصخر كلها، في موقع معين واستخلاص كل ما تحتويه من عناصر بما فيها من عناصر ذرية كمصدر للطاقة، وهذا الاحتمال قد لا يكون ضاربا في الخيال ولا يشكل صعوبة جيولوجية، ولكنه بالقطع سوف يكون تحديا تكنولوجيا لخبراء معالجة الخامات وصهر واستخلاص الفلزات. وإذا ما تحقق هذا الهدف مستقبلا فانه لا يمكن توقع أي مجاعة في الخامات المعدنية، فكل مائة طن من أي صخر ناري على سبيل المثال تحتوي على: 8 طن من الألمنيوم، 5 طن من الحديد، 540 كيلوجرام من التيتانيوم، 32 كيلوجراما من الكروم، 15 كيلوجراما من الفانديوم و 9 كيلوجرامات من النحاس، ثم 8 ,1 كيلوجرام من الرصاص.

تلك ناحية من نواحي إيجاد الحل، وهناك ناحية أخرى وهي اللجوء إلى التعدين على أعماق أبعد من سطح الأرض تصل إلى ما تحت القشرة الأرضية ذاتها، ثم منحى ثالث في ذلك الاتجاه، وهو اللجوء إلى البحار والمحيطات وقيعانها، وخامات قاع البحار أصبحت الآن حقيقة واقعة، ومثار اهتمام عالمي كبير. وآخر مناحي اللجوء لمعالجة احتياطيات الثروات المعدنية هو الاهتمام بإعادة الاستفادة من الخردة وإدخالها مرة أخرى في دورة الاستهلاك، أو تنظيم البدائل لإحلال فلزات أقل ندرة محل فلزات أكثر ندرة في الاستخدامات الصناعية بقدر الإمكان، وعلى كل فما دامت التكنولوجيا على الطريق مع التطور فلسوف يكون هناك إنماء لمصادر الثروات المعدنية إلى درجة الاكتفاء دوما.

وتوضح الاشكال 13-17 اهم مواقع الانتاج العالمية.

8 نظرة على أهم الثروات المعدنية في الوطن العربي

ليس التعدين حرفة بشرية جديدة أو وافدة على الأمة العربية، فالأمة العربية والحضارة العربية أضافت إلى التراث الإنساني الكثير، وفي مجال. التعدين وعلى الأرض العربية منذ فجر التاريخ عثر على خامات النحاس واستغلت واستخلص منها الفلز النقي، والشواهد على ذلك قائمة في الجبل الأخضر بعمان وفي مناجم فينان وتمناع بالأردن وفلسطين وفي أراضي الحجاز بالجزء الأوسط من الدرع العربي، وفي شبه جزيرة سيناء والصحراء الشرقية المصرية، وفي سلاسل جبال أطلس في المغرب وفي منطقة اكجوجت بموريتانيا . كذلك استخرج الذهب بكثرة من الصحراء الشرقية المصرية ووضعت أول خريطة تعدينية له في العالم زمن الفراعنة واستخرج الذهب أيضا من مناجم أوفير في الدرع العربي زمن الملك سليمان.. واستخرج الرصاص من جبال الأطلس في المغرب والجزائر ومن تونس، ومن جبل البحر الأحمر شرق النيل زمن الرومان، وما بعده خلال العصور الإسلامية.. وكانت حرفة صهر الحديد وصناعة

منتجاته من بين ما اشتهرت به الشام واليمن، قبل العهد الإسلامي. ثم في العصر العباسي كان ازدهار التعدين في كثير من الأمصار، ومنها الحجاز ومصر والشمال الأفريقي.

ووصف البكري جبل الحديد (أدرار النوازك) في كتابه عن رحلاته عام 1067 ميلادية، وهي منطقة الزويرات بجمهورية موريتانيا الإسلامية، التي تعتبر الآن أكبر منجم لخام الحديد في الوطن العربي. كذلك تناول العلماء العرب ذكر الخامات المعدنية والتعدين منذ أوائل العصور الإسلامية.

معنى ذلك أن الأرض العربية غنية بثرواتها المعدنية وبالباحثين عن تلك الثروات منذ القدم.. ونحن لو ذهبنا نعدد مفردات تلك الثروات والخامات المعدنية في العالم العربي كل على حدة، لاستلزم ذلك الكثير. ومن ثم فسنقصر الحديث في هذا البحث على نظرة على أهم تلك الثروات في الوطن العربي..

الحديد:

منذ تخطى الإنسان عصوره الحجرية دخل في عصر الحديد، ولم يزل به حتى يومنا هذا.. كان الحديد هاما للإنسان، وما زالت أهميته تتزايد باطراد، برغم تعدد العصور وتنوعها من عصر الكهرباء لمحصر الذرة لعصر الفضاء.. إلا أن الحديد لم يزل عصب كل تقدم، وساعد كل حضارة، ومقياس تقدم الشعوب. فالأمم المتحضرة اكثر الأمم استخداما للصلب. و برغم وجود بدائل للحديد اليوم إلا أن هذه البدائل تخدم في محيط محدود من أغراض استخدام الحديد، بينما الأنواع العديدة من الصلب أكثر شمولا وتنوعا في استخداماتها، مما لا يدع مجالا للاستغناء عنها...

وتمتلك الدول العربية نصيبا لا بأس به من احتياطيات خام الحديد تبلغ حسب البيانات المتوافرة حاليا أكثر من عشرة آلاف من ملايين الأطنان، وتشير الشواهد الجيولوجية، والمعلومات غير المتكاملة إلى احتمالات مستقبلية، في عدد من البلاد العربية، تضيف إلى احتياطيات الوطن العربي من الحديد الكثير، بحيث يمكن القول بوجود رصيد إضافي مؤمل فيه، يبلغ بضعة آلاف من ملايين أخرى من الأطنان وخاصة في السعودية (منطقة الصواوين)، وفي جنوب السودان، وفي موريتانيا (منطقة الزويرات). والجدول

17 يبين الاحتياطيات المحسوبة عام 1974، لخام الحديد في بعض التراب العربي:

الدولة	الاحتياطي بمليون الطن.	الدولة	الاحتياطي بمليون الطن.
جمهورية الجزائر الديمقراطية الشعبية	4477	جمهورية موريتانيا الاسلامية	488
الجماهيرية الشعبية الليبية	3082	جمهورية السودان الديمقراطية	148 - 107
جمهورية مصر العربية	982 - 822	المملكة المغربية	118
المملكة العربية السعودية	529	الجمهورية العربية السورية	116
الجمهورية التونسية	500		
		الاجمالي العام المحسوب	-10304 10505

جدول-17 احتياطيات خام الحديد في بعض البلاد العربية

يقارن هذا بأجمالي الاحتياطي العالمي المحسوب لخامات الحديد، والمقدر في عام 1972 وبشقيه المؤكد والمحتمل 773438 مليون طن.

وكذلك يقارن الإنتاج العربي من خامات الحديد والمقدر في عام 1975 بـ (75 ,16 مليون طن) بالإنتاج العالمي لنفس العام (875 مليون طن) (فيتضح من ذلك) أن الدول العربية تمتلك 56 ,6 ٪ من جملة الاحتياطيات المحسوبة لدول العالم الثالث، بينما هي تمتلك 37 ,1 ٪ من جملة الاحتياطيات العالمية ككل. وهي نسبة واضحة الضآلة، ولكن لا ننسى أن كل الإحصائيات العالمية والعربية إنما تغطي الخامات الواقعة في سمك من القشرة الأرضية لا يتعدى عمقه ثمانمائة متر، بينما تشير الدلائل الفنية إلى احتمال وجود خامات الحديد على عمق أكثر من 800 متر وحتى 1500 متر من القشرة الأرضية. كذلك فان البحث الجيولوجي لم يزل في بعض بلادنا العربية يحبو، و ينتظر منه الكثير. وما زال مجال الاكتشافات واسعا.

أما من حيث الإنتاج العربي من خام الحديد، فهو حوالي 8 ٪ من أجمالي إنتاج الدول في العالم الثالث، كما يمثل 8, 1- 98, 1 ٪ من أجمالي الإنتاج العالمي، وتقوم دول العالم الثالث في مجموعها بسد احتياجات الدول الصناعية في العالم الغربي. ففي عام, 1970 مثلا لم تستهلك دول العالم الثالث من جملة إنتاجها من خامات الحديد إلا 17 ٪ فقط، وتحول الباقي للتصدير، لكي يعاد ثانية مصنعا، مع الفروق الهائلة في الأسعار، وتقع موريتانيا في مقدمة الدول العربية المنتجة لخام الحديد، وتقوم بتصدير كافة إنتاجها (بلغت صادرات عام 1974 أكثر من عشرة ملايين طن). ولا تصدر مصر شيئا من إنتاجها، بينما تصدر الجزائر إنتاجها من الخام، فيما عدا احتياجات التصنيع المحلي، وكذلك الحال في تونس حيث يخصص جزء من إنتاج الخام للتصنيع المحلي، و يصدر الباقي وهو أكثر من 50٪ من إنتاجها.

ولقد ذكرنا احتياطيات خام الحديد في دول تسع من دول العالم، لكن الدول العربية المنتجة لخام الحديد خمس فقط، تقوم منها ثلاث هي الجزائر وتونس ومصر بتصنيع محلي لكل أو جزء من الخام المنتج، وتعتبر صناعة الحديد الزهر الغفل من خام الحديد. هي الصناعة الأم لكافة صناعات الحديد والصلب (الفرعية) في تلك البلاد، وبجانب هذه المصانع التي تعتمد أساسا على خامة أكاسيد الحديد المحلية فهناك عدد من المصانع تعتمد على صهر الحديد الخردة الذي يستورد معظمه، وتقوم عليه مصانع في الجمهورية الجزائرية (4 مصانع)، وفي الجمهورية التونسية (مصنع واحد)، وفي الجماهيرية الليبية (مصنع واحد)، وفي جمهورية مصر العربية (4 مصانع) وفي المملكة الأردنية الهاشمية (مصنعان)، وفي الجمهورية العربية السورية (مصنع واحد)، وفي الجمهورية العراقية (مصنع واحد)، وفي دولة الكويت (مصنع واحد)، وفي الجمهورية اللبنانية (4 مصانع)، وفي المملكة العربية السعودية (مصنع واحد)، حتى عام1977.

وتشير البيانات والإحصاءات إلى ضعف طلب الأمة العربية على الصلب ومنتجاته، برغم أن استهلاك الفرد من تلك المنتجات يعد مقياسا حضاريا في حد ذاته، ولقد أمكن احتساب متوسط استهلاك الفرد العربي في العام من منتجات الصلب بالكيلوجرام كما في جدول 18.

	عام 1965	عام 1970	عام 1975	عام 1980
عدد سكان العالم العربي (مليون نسمة)	109,0	125,0	145,0	167,0
اجمالي الاستهلاك االظاهري (مليون طن)	2,3	3,2	4,7	6,3
متوسط استهلاك الفرد (كيلوجرام.عام) في العالم العربي	20,3	25,4	32,58	37,5
متوسط استهلاك الفرد على المستوى العالمي		160,0		
متوسط استهلاك الفرد في الدول الصناعية		503,0		
متوسط استهلاك الفرد في الدول النامية		20,0		

جدول 18 متوسط استهلاك الفرد العربي سنويا من الصلب

والطاقات الحالية والمقترحة للتوسعات في المصانع العربية القائمة للحديد والصلب وحتى عام 1980 هي 4,63 مليون طن. وإذا أريد للأمة العربية في عام 2000 اللحاق بالدول الصناعية فان نصيب الفرد لن يقل عن 300 كيلوجرام في العام، مما يستلزم إنتاجا قدره 105 مليون طن من الصلب العادي في العام. وهذا يعني 210- 250 مليون طن خام حديد. ونظرة إلى رصيدنا المعروف حاليا من خامات الحديد، وهو اكبر من عشرة بليونات من الأطنان، يظهر لنا أننا يمكننا بهذه الاحتياطيات الاستمرار في الإنتاج بهذا المعدل مدة 40- 47 عاما، أما إذا كان المعدل 35 مليون طن من الصلب في العام فهي تكفي مدة 125- 134 سنة.

والمواد الأولية التقليدية اللازمة لصناعة الصلب العادي تشمل: خامات حديد-فحم الكوك-الفحم الحجري-الحجر الجيري-الحراريات اللازمة لتبطين الفرن، ولا شك أن أهم حدث تكنولوجي عالمي في صناعة الصلب يرتبط ارتباطا فعالا ومؤثرا بصناعة الصلب العربية هو طريقة الاختزال الغازي لخامات الحديد-أي باستخدام الغازات المختزلة، بدلا من الفحم في إنتاج الحديد. هذه الغازات أساسها الأيدروجين وأول أكسيد الكربون، ويمكن الحصول عليها من الغازات الطبيعية والنفايات البترولية، وبجانب وفرة البترول والغاز في العالم العربي فان تلك الغازات تمتاز عن الفحم بكونها أعلى في الطاقة الحرارية والاختزالية، مع كونها أقل تكلفة، وأسهل في المعاملة والنقل (العرب يمتلكون 13,85 ٪ من الاحتياطي العالمي للغاز الطبيعي بحسب إحصاءات 1973).

وخامات الحديد العربية بصفة عامة، عالية الشوائب، وصعبة في التركيز، إلا أن الاختزال ا لغازي ييسر الاستفادة منها.

ولا يمكن أن نمضي دون أن نوضح دور الفحم في العملية الميتالورجية والتعدينية والصناعية. فذاك استخدام يستهدف غرضين هامين هما: 1) أن يكون الفحم مصدرا للطاقة الحرارية في تلك العمليات، 2) أن يكون عاملا هاما من عوامل الاختزال الضرورية في مثل هذه الصناعات، وكل ذلك حقائق معروفة وثابتة، ناقشها العلم في محاولة للتغيير كالآتي:

إن قيمة الفحم كمصدر للطاقة الحرارية إنما تتوقف على حرارته النوعية، تلك التي تتراوح بين ستة آلاف وثمانية آلاف كيلو كالوري للكيلوجرام الواحد من الفحم، أما البترول فيعطي قدرا ما بين تسعة آلاف واثني عشر ألف كيلو كالوري للكيلوجرام الواحد، تلك هي القيمة، أما التكاليف فهي في حالة البترول أقل بكثير منها في حالة استخراج الفحم، مما يرجح كفة استخدام البترول، و بالإضافة إلى ذلك فان كيلوجراما واحدا من عنصر الكربون، ذلك الذي يحتويه الفحم ويجعل منه عاملا يمكنه أن يختزل وزنا قدره 4,44 كيلوجرام من أكسيد الحديد في خاماته، ليعطي في النهاية وزنا قدره 2,98 كيلوجرام من الفلز. أما الكيلوجرام الواحد من عنصر الأيدروجين ذلك الذي يحتويه البترول ويجعل منه بذلك عاملا مختزلا هاما، فيمكنه أن يختزل 26,6 كيلوجراما من أكسيد الحديد في خاماته ليعطي في النهاية وزنا قدره 19,90 كيلوجراما من الفلز.

ولكن عنصر الكربون في الفحم تتراوح قيمته ما بين 73٪و 86٪ بحسب نوعية الفحم، مما يؤدي إلى استخدام كميات كبيرة وزنا، تشغل مساحات أكبر حجما في الأفران، وفي قول آخر إن قوة اختزال الفحم من 73 إلى 86٪ فقط. أما البترول فبجانب الفحم البترولي الناتج عنه عند معالجته حراريا، قوته الاختزالية تصل من 109,7 إلى 172,5 ٪ تبعا لنسبة الأيدروجين فيه. من هنا كان البترول أجدى وأوفر في صناعة الحديد على النحو التالي:

- إمكان رفع إنتاجية الفرن الواحد بنسبة تتراوح ما بين 10 الى15.
- توفير حوالي 10 ٪ من فحم الكوك اللازم لتشغيل الأفران العالية.
- مرونة تشغيل الأفران وخفض معامل قاعدية الخبث.

فلزات سبائك الصلب:

لقد أضحت صناعة السبائك أو الصلب المتخصص في عصرنا هذا هامة للغاية، وهناك نسبة متعارف عليها بين إنتاج الصلب المتخصص وإنتاج الصلب العادي تكون عادة من 5 إلى 10 ٪. و يلزم لصناعة الصلب الخاص هذا-أو المسبوكات-عناصر مثل المنجنيز-الكروم-التيتانيوم-الفانديوم-الموليبدنم-التنجستن-النيكل-الكولمبيوم النيوبيوم).. فما خطب هذه العناصر في وطننا العربي لا تكون ركيزة أساسية لصناعة هي للحضارة بمثابة العمود الفقري للإنسان ؟ وفيما يلي استعراض لوجود خامات تلك الفلزات..

المنجنيز:

قدر الاحتياطي العالمي من خام المنجنيز في أوائل السبعينات بنحو 6500 مليون طن، وقدر الاحتياطي المؤمل فيه بمقدار 7700. مليون طن، كما قدر الاحتياطي الافتراضي للخام بنحو عشرة آلاف مليون طن. أما خامات المنجنيز في البلاد العربية فيمثلها جدول 19 بحسب الوفرة.

البلد	مواقع الخامات	الاحتياطات	الانتاج بالطن
المملكة المغربية	اميني-بوعرفة-تونين	بضعة ملايين من الاطنان	174800
جمهورية مصر العربية	غرب شبه جزيرة سيناء- علبة على ساحل البحر الاحمر	—	بضعة آلاف
جمهورية السودان	جبال البحر الاحمر في الجنوب	بضعة ملايين من الاطنان	
المملكة الاردنية الهاشمية	وادي سلاوان ووادي عرفة ووادي حنانا	خمسة ملايين من الاطنان + 12 مليون طن مؤمل فيها جيولوجيا	
فلسطين	تمناع		
الجزائر	جبل قطار على الحدود المغربية	900 ألف طن مؤكد +450 ألف طن بها زرنيخ	
الجمهورية السورية	رأس البسيط قرب اللاذقية وعند انطاكية	بضعة عشرات من آلاف الاطنان	

جدول- 19 ترتيب الدول العربية بحسب مقدار خام المنجنيز بها .

كما توجد شواهد جيولوجية على وجود المنجنيز في بلاد عربية أخرى، لم تقدر قيمتها الاقتصادية بعد، مثل ليبيا (وادي نعلوت ووادي الشاطئ) وتونس (خديسات وتوبورنيك وجبل باطوم وجبل العزيزة)، والصومال (عداد وصلاوبل بين بربر والشيخ)، والعراق (الهضبة الصحراوية)، وفي اليمن الديمقراطية (عند حضر موت). وتوجد مصادر غنية للمنجنيز في قيعان المحيطات والبحار (كالبحر الأحمر)، إلا أن هناك مشاكل تكنولوجية وقانونية شائكة في سبيل الاستفادة مهنا، وعلى كل حال فان مصادر المنجنيز في اليابسة ستستمر قادرة على الوفاء باحتياجات العالم لفترة طويلة دون اللجوء اضطراري إلى عقد المنجنيز البحرية.

النيكل:

موارد العالم من النيكل تأتي أما من خامات كبريتورية أو من صخور اللاتيرايت، وتبلغ الاحتياطيات في النوعية الأولى ألفي مليون طن، تحتوي على نسبة من الفلز متوسطها ١٪ بجانب سبعة آلاف مليون طن، نسبة الفلز فيها 0,2 وتبلغ احتياطيات العالم من النوعية الثانية من الخامات خمسة آلاف مليون طن، متوسط نسبة الفلز فيها ١٪. كما يوجد الفلز على شكل منتثرات في نوعية من الصخور (بريد وتايت)، موزعة في العديد من بلاد العالم، إلا أنه من الصعب استخلاصها بتكنولوجية اليوم، ولعلها في المستقبل تضاعف احتياطيات العالم من هذا الفلز السبائكي الهام. ولقد بلغ الإنتاج العالمي في منتصف السبعينات نحو 1200 مليون رطل من الفلز النقي.

والبيانات عن وجود النيكل اقتصاديا في العالم العربي شحيحة حاليا، إلا أنه عرف في عمان (الجبل الأخضر) وفي اليمن الديمقراطية، وفي السودان قرب الحدود الأثيوبية، وفي المغرب (في منطقة بوعزر بجنوب الأطلسي) وفي مصر في منطقة أبو سويل بالصحراء الشرقية وفي جزيرة الزبرجد بالبحر الأحمر، وفي السعودية (منطقة سوق الخميس الغربية).

الكروم:

يمتلك العالم احتياطيات من خام هذا الفلز تزيد عن 7,5 آلاف مليون

طن كاحتياطيات محسوبة ومؤمل فيها وافتراضية، وهي بشكل عام احتياطيات لا تدع مجالا للقلق علي الوفاء باحتياجات الصناعات مستقبلا. والإنتاج العادي يزيد قليلا عن سبعة ملايين طن سنويا.

وللدول العربية نصيب من تلك الاحتياطيات لخامات فلز الكروم، ففي السودان يوجد الخام في منطقة قلع النحل بمديرية كسلا والانجسنا على حدود أثيوبيا (حوالي مليون طن و يستغل حاليا بمعدل حوالي 20 ألف طن سنويا، تصدر جميعها. وكذلك في عمان (الجبل الأخضر) والأمل معقود على هذه المنطقة كواحدة من أضخم مناطق الخامات في البلاد العربية، وفي سوريا (البسيط في الشمال من اللاذقية)، وعرف كذلك في العراق (شمال وشرق السليمانية)، وعرف في اليمن الديمقراطية وفي المملكة العربية السعودية (جبل الموسك والعيس وجبل سمراء طلوحة، وجبل صخرة وجاسن). وعرف في مصر في عدسات صغيرة متناثرة في الصحراء الشرقية، حيث يبلغ الإنتاج السنوي بضعة مئات من الأطنان سنويا تستهلك للصناعة المحلية.

الكوبالت:

تعتبر خامات هذا الفلز الحاوية على 0,01٪ منه على الأقل خامات اقتصادية، ولقد قدرت احتياطات العالم من عنصر الكوبالت في خاماته في أوائل السبعينات بنحو خمسة ملايين طن، وهناك احتمالات لمصادر مؤملة وافتراضية كبيرة، كما أن هناك عقد المنجنيز في قيعان البحار والمحيطات والتي تحتوي على نسبة من هذا الفلز، حتى لقد قدرت كميات فلز الكوبالت الموجود في تلك العقد في قاع المحيط الهادي وحده بنحو 5,8 مليون طن، وكذلك يوجد الكوبالت في بعض الصخور فوق القاعدية المنتشرة في العالم. وقد بلغ الإنتاج العالمي من الكوبالت في عام 1975 نحو, 19400 طن، أما موقف هذا الفلز في العالم العربي فان منطقة بوعزر بجنوب المغرب تعتبر أهم منطقة له. كما أن لها أهميتها كذلك في الإنتاج العالمي، حيث أضافت له في عام 1975 نحو 1891 طنا، صدرت جميعها، وقد عرف الكوبالت أيضا في السودان وفي مصر، ومن المرجح العثور عليه في الجبل الأخضر بعمان وفي منطقة الأحجار بجنوب الجزائر.

الموليبدنم:

تعتبر خاماته ذات قيمة اقتصادية، إذا ما احتوت على 500 جزء في المليون (أي 05, 0 ٪) فاكثر من عنصر الموليبدنم حسب الظروف الاقتصادية الراهنة، و إذا ما كان هذا الفلز هو المقصود بذاته. أما إذا كان ناتجا ثانويا فالنسبة تكون أقل من ذلك بكثير. و يقدر الاحتياطي العالمي المحسوب بحوالي 63 ألف مليون رطل من الفلز في خاماته (أي حوالي 31 مليون طن موليبدنيوم). كما يقدر الاحتياطي المؤمل فيه بحوالي ألف مليون طن من الفلز. وكان الاستهلاك العالمي في منتصف السبعينات حوالي 200 مليون رطل.

والمعلومات قليلة عن تواجدات فلز الموليبدنم في العالم العربي، إلا أنه عرف في السودان (عند سبالوقه شمال الخرطوم وفي حفرة النحاس). وعرف في السعودية (في وادي جرسة وصخيبرة وعبلة وكرسن والكشيمية ووادي سبشة وسوق الخميس ومنطقة حامض). وعرفت كذلك خامات الموليبدنم في المملكة المغربية (قرب أزبجوز بالأطلس المراكشي) وعرفت في مصر في الصحراء الشرقية (شمالها ووسطها في منطقة حمرة عكارم). وفي هذه المنطقة الأخيرة (حمرة عكارم)، عملت تقديرات لعلها الوحيدة التي أجريت على خام للموليبدنم في العالم العربي، أسفرت عن تحديد 8 ملايين من الأطنان تحتوي على 31, 0 ٪ من الفلز. وبشكل عام فان الموليبدنم- برغم أنه لم يلق بعد ما يستحقه من اهتمام-إلا أن احتمالاته مزدهرة في عدد من البلاد العربية وخاصة تلك التي تشترك في صخور الدرع العربي- النوبي.

التنجستن:

يبلغ الاحتياطي العالمي المحسوب (تقديرات عام 1972) نحو 250 مليون طن من أكسيد هذا الفلز، وكان الإنتاج العالمي خلال عام 1975 نحو 43 ألف طن من فلز التنجستن الموجود بالخام، وقد عرف التنجستن في بعض البلاد العربية واستغل أحيانا على نطاق محدود، ولكنه لم يدخل في أي صناعة محلية، ففي السودان يوجد التنجستن في حلايب وسنكات بجبال البحر الأحمر وفي منطقة سبالوقة شمال الخرطوم، وفي المغرب يوجد في

منطقة ولمز بالمغرب الأوسط، وفي أزيجور في الأطلس المراكشي، حيث استغل لفترة قصيرة في الحرب العالمية الثانية، وفي الجزائر عرف التنجستن أيضا في بليليتا قرب عنابة، وكان قد استغل كذلك قبل الحرب العالمية الثانية، وكذلك في منطقة الأحجار بالصحراء الجزائرية، وعرف التنجستن أيضا في مصر، في مواقع صغيرة متناثرة بالصحراء الشرقية، حيث استخرجت منه بضع عشرات من الأطنان من الخام المركز، ثم توقف الإنتاج منذ عام 1951. و يوجد التنجستن أيضا في المملكة العربية السعودية، في مناطق صخيرة والطائف والكشيمية وجبل خداع وجبل المطبق ومنطقة حامض.

الفانديوم:

مصادر هذا الفلز متنوعة، منها: خامات الفاندات وخاصة في الحجر الرملي، والفوسفات، والمواد الإسفلتية من بقايا تكرير البترول، ثم من خامات الحديد (الماجنيتايت التيتاني)، والاحتياطيات العالمية لأهم الخامات ذات الرصيد المحسوب كما قدرت في بداية السبعينات كانت حوالي 14 ألف مليون طن، بها من الفلز ما قدر بنحو عشرة ملايين طن، وهي موارد للفانديوم تكفي العالم بمعدل استهلاكه الحالي لبضعة مئات من السنين (المعدل السنوي عام 1973 كان نحو35 مليون رطل من الفلز في خاماته). والفانديوم منتشر تواجده في البلاد العربية وأن يكن في حاجه إلى مزيد من البحث والتقدير.

النيوبيام والتنتالام:

والنيوبيام (الكولمبيام) والتنتالام، عنصران توأمان متلازمان في معدن واحد تختلف فيه نسبة أحدهما إلى الآخر من صفر إلى مائة في المائة. والاحتياطيات العالمية المحسوبة لهذين الفلزين في خاماتهما هي 14 مليون طن لأكسيد الكولمبيام و 72 ألف طن لأكسيد التنتالام. يضاف إلى هذا رصيد مؤمل فيه يساوي الرصيد المحسوب، وما زال النيوبيام والتنتالام في العالم العربي شيئا جديدا لم يلق العناية والاهتمام الكافي، إلا أن وجودهما قد تأكد في بعض البلاد العربية. ففي الصومال توجد هذه الخامات في

مناطق وادي هنوينة بين بربر وهرجيسة. وفي السعودية في منطقة القريات بالدرع العربي وفي مصر في مناطق أبو دباب والنويبع بالصحراء الشرقية وقد درست هاتان المنطقتان بتفصيل أتاح إعطاء تقديرات لاحتياطياتهما على النحو التالي: أبو دياب (حوالي 13 ألف طن أكسيد تنتالام ونحو 5,5 آلاف طن أكسيد نيوبيام)، النويبع (حوالي 13 ألف طن أكسيد تنتالام ونحو 7,5 آلاف طن أكسيد نيوبيام)، وهي كميات كبيرة بالمقاييس العالمية، ولم تدرس بعد اقتصاديات الاستخراج وتشير الشواهد الجيولوجية إلى احتمال العثور على هذين المعدنين في اليمن الديمقراطية وجنوب السودان والصحراء الجزائرية والأطلس المغربي.

تلك كانت نظرة سريعة على ثروات البلاد العربية من الحديد وفلزات سبائك الصلب ولقد تبين من العرض السابق أن الأمة العربية لديها خامات الفلزات التي تدخل في صناعة الحديد والصلب العادي والخاص وأن أرصدتها من تلك المعادن تسمح تماما بتطوير تلك الصناعات فيها، فما هي الكميات اللازمة من هذه الفلزات إذا ما أريد للعالم العربي أن تكون له في المستقبل صناعة صلب خاص ؟ نأخذ ذلك من المقاييس العالمية، ففي عام 1974 مثلا كان الإنتاج العالمي من فلزات السبائك الحديدية والكميات المستخدمة منها لصناعة الصلب كما في جدول 20.

فلزات السبائك الحديدية	الانتاج العالمي بالطن	النسبة المستخدمة في صناعة الحديد والصلب
المنجنيز	25.000.000 خام	%80
النيكل	600.000 فلز	%40
الكروم	7.300.000 خام	%65
الكوبالت	24.500 فلز	%50
الموليبدنيوم	80.000 فلز	%70
التنجستن	43.800 فلز	%25
الفاناديوم	35.200 فلز	%80
النيوبيوم (كولمبيوم)	12.700 فلز	2000 طن خام

جدول- 20 الانتاج العالمي من فلزات السبائك الحديدية والمستخدم منها في صناعة الصلب عام 1974 .

وكان أجمالي الإنتاج العالمي من الحديد والصلب في هذا العام (1974) = 710 مليون طن. وقياسا على ذلك قدر حساب احتياج صناعة الصلب الخاص في العالم العربي عام 2000 من هذه الفلزات. وقياسا على نسب الاستخدام المتبعة في الصناعة العالمية حاليا، كما في جدول 21.

فلزات السبائك الحديدية	الانتاج العالمي بالطن	النسبة المستخدمة في صناعة الحديد والصلب
المنجنيز	25.000.000 خام	%80
النيكل	600.000 فلز	%40
الكروم	7.300.000 خام	%65
الكوبالت	24.500 فلز	%50
المولبيدنيوم	80.000 فلز	%70
التنجستن	43.800 فلز	%25
الفانديوم	35.200 فلز	%80
النيوبيوم (كولمبيوم)	12.700 فلز	2000 طن خام

جدول– 20 الانتاج العالمي من فلزات السبائك الحديدية والمستخدم منها في

النحاس:

النحاس من اكثر الفلزات فائدة للجنس البشري ولم يسبقه في قدم الاستخدام إلا الذهب حتى ليقدر أن مجموع ما استخرج من باطن الأرض من فلز نحاس من خاماته منذ بدأ الإنسان استخدامه لهذا الفلز حتى الآن بنحو 190-195 مليون طن، وهو كما رأينا يتمتع بمزايا عديدة واستخدامات متنوعة، و يكاد الاحتياج إلى النحاس يفوق إنتاجه، لولا استخدام بعض الفلزات الأخرى كبدائل، مثل الألمنيوم وغيره.. وتقع 70 ٪ من خامات النحاس المحسوبة في أربعة أحزمة معدنية رئيسية في العالم هي: خامات النحاس البورفيري في شيلي و بيرو، وخامات النحاس البورفيري في جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية، وخامات النحاس الرسوبية في زائير وزامبيا، ثم خامات النحاس من النوعين في الاتحاد السوفييتي، أما النسبة الباقية فمن أماكن أخرى متفرقة في العالم، ويقدر أجمالي المصادر العالمية للنحاس

في خامات محسوبة بنحو 340 مليون طن فلز في خاماته، ونحو 400 مليون طن فلز في خامات مؤمل فيها جيولوجيا، ثم 381 مليون طن فلز النحاس في خامات موارد غير اقتصادية حاليا، وقد تكون اقتصادية مستقبلا، ولقد قدر أن الاحتياطيات المحسوبة تكفي العالم مدة 50 عاما، بمعدل استهلاك سنوي مقداره نحو 6,9 ملايين طن وبنفس هذا المعدل فان الاحتياطيات المؤمل فيها جيولوجيا تكفي مدة إضافية، تقدر بنحو 58 عاما أخرى، يضاف إلى ذلك الموارد غير الاقتصادية بتكنولوجيا اليوم، ولعلها في الغد تصبح اقتصادية الاستغلال.. وكما علمنا أيضا فان خامات النحاس قد تحتوي أحيانا على عناصر قابلة للاستغلال، تزيد من اقتصاديات التشغيل، مثل: الذهب والفضة والموليبدنم والكوبالت والرصاص والزنك.. الخ كما أن النحاس في حد ذاته قد يكون عنصرا أساسيا في الخام أو ثانويا.

وموقف العالم العربي من خامات هذا الفلز قد يكون أحسن حالا من غيره بالنسبة للخامات الفلزية الأخرى، من حيث وفرة البيانات عن الاحتياطيات، وتبالغ كميات الخامات التي أجريت لها تقديرات لاحتياطياتها في العالم العربي عام 1974 حوالي 300 مليون طن من الخام، تقع حسب الوفرة في المملكة الأردنية الهاشمية (200 مليون طن)، والمملكة المغربية (43 مليون طن)، والمملكة العربية السعودية (2,23 مليون طن) وجمهورية موريتانيا الإسلامية (23 مليون طن) وجمهورية السودان (3,9 ملايين طن) ثم جمهورية مصر العربية (مليون طن واحد)، وإذا اعتبر متوسط نسبة النحاس في هذه الخامات 1,5٪ فان الخام المحسوب يحتوي على 4,5 ملايين طن من فلز النحاس، ويمكن أن ترتفع هذه التقديرات إلى ضعفها، مع استمرارية الاستكشافات حتى نهاية هذا القرن. وذلك بناء على ما هو موجود ومحسوب من نحاس في الأجاج الساخن في قاع البحر الأحمر، وما يمكن حسابه مستقبلا من خامات مماثلة في اليابسة وتحت الماء، والقضية هي إذن قضية التكنولوجيا والتفاعل مع المناخ الاقتصادي. و يبلغ الإنتاج العربي نحو 18 ألف طن تصدر جميعها.

معنى ذلك أن العالم العربي يمتلك فقط 1,35 ٪ من مصادر النحاس المحسوبة في العالم، بينما يمتلك العالم الثالث اكبر رصيد من خامات

النحاس عالميا، ولو حسبنا عدد سنوات الاستنزاف من احتياطي خامات العالم الثالث بمعدل الإنتاج الحالي لوجدت تزيد عن مثيلتها للدول العربية بمقدار 6 ,1 مرة. أما إذا اقتصر العالم الثالث في إنتاجه على سد احتياجاته فقط فإن عدد سنوات استنزافه لهذه الاحتياطيات يزيد عن مثيلتها للدول العربية بمقدار ثلاثين مرة. أنها قضية تكون على أساسها مجلس حكومات الدول المصدرة للنحاس (C.I.P.E.C) على غرار منظمة (O.P.E.C) علاجا لمشكلة الخامات الأولية، واستنزافها وأسعارها، ودورها في التنمية الاقتصادية.

و يعتبر استهلاك النحاس مقياسا حضاريا، فهو في الدول الصناعية عامة 3 ,6 كيلوجرامات / فرد / سنة، وهو في ا لدول الصناعية الغربية بالذات 7 ,7 وفي الدول. الشيوعية المتقدمة 3- 4 وفي غيرها 2 ,1، بينما استهلاك الفرد في الدول النامية 17 ,0 كيلوجراما / فرد/ سنة. وفي عام 2000 سوف يبلغ تعداد الأمة العربية حوالي 350 مليون نسمة. وإذا كان معدل استهلاك الفرد العربي سيبقى في حدود متوسط الدول النامية (17 ,0) فان الاحتياج السنوي من فلز النحاس سيكون 5 ,59 ألف طن، أما إذا أريد للفرد العربي أن يبلغ الحد الأدنى لمعدل استهلاك الفرد في الدول المتقدمة (كيلوجرام واحد) فان الاحتياج السنوي سيبلغ 350 ألف طن، ومن ثم فانه يلزم البدء من الآن بتنمية الموارد الموجودة في العالم العربي، وخاصة الأردن والسعودية والسودان، بالإضافة إلى الخامات الموجودة في قاع البحر الأحمر.

الرصاص والزنك:

فلزان، جئنا بهما معا لتلازم معادنهما عادة في الطبيعة، وهما أيضا من المعادن القديمة في حياة الإنسان، ولقد قدرت احتياطيات الرصاص المحسوبة في أوائل السبعينات عالميا بحوالي 141 مليون ظن، مقدرة بفلز الرصاص في خاماته، وهناك مصادر إضافية مؤمل فيها تبلغ نحو1500 مليون طن من فلز الرصاص متنوعة المصادر، أما الاحتياطيات العالمية من الزنك في نفس الفترة، مقدرة بفلز الزنك في خاماته، فبلغت نحو 735 مليون طن، يضاف إلى ذلك احتمالات متعددة أخرى من عدة مصادر،

بعضها غير اقتصادي في الوقت الحاضر، والبعض الآخر مؤمل فيه، وهي في أجمالها تبالغ 4850 مليون طن من هذا القدر نحو 750 مليون طن من عقد المنجنيز في قيعان بحار ومحيطات العالم، ونحو 63 مليون طن من الطينات الساخنة كالتي في قاع البحر الأحمر.

أما الموقف العربي من هذين الفلزين فمغلف بالضباب نوعا ما لعدم نشر الكثير من البيانات والإحصائيات للاحتياطيات المحسوبة، وبشكل عام فان أجمالي الاحتياطي المحسوب لفلز الرصاص في خاماته بالبلاد العربية يقدر بنحو 41, 2 مليون طن، ونحو 17, 3 ملايين طن من فلز الزنك في خاماته كذلك. تضاف إلى ذلك تقديرات بلغت 80 ألف طن فلز رصاص و290 ألف طن فلز زنك، في خامات قاع البحر الأحمر. وتتوزع تلك الاحتياطيات-مقدرة بألف الطن فلز في الخام-على البلاد العربية بحسب وفرتها على النحو التالي. المملكة المغربية (1657 رصاص و 932 زنك) والجمهورية الجزائرية (328 رصاص و1310 زنك)، والجمهورية التونسية (300 رصاص و170 زنك)، وجمهورية مصر العربية (89 رصاص و 171 زنك)، والمملكة العربية السعودية (43 رصاص و 583 زنك)، وفي خامات قاع البحر الأحمر(80 رصاص و290 زنك).

تلك هي الاحتياطيات، أما الإنتاج فهو بالنسبة للدول غير الشيوعية بتقديرات عام 1975 كالآتي: 53, 2 مليون طن رصاص و5, 4 ملايين طن زنك في خاماته. وتستهلك الدول الصناعية بصفة عامة (شرقية وغربية) نحو 1, 89٪ من إنتاج الزنك و 88٪ من إنتاج الرصاص، بينما تستهلك الدول النامية عامة 9, 10٪ من الإنتاج العالمي للزنك، 12 ٪ من الإنتاج العالمي للرصاص، وهو أقل من نصف ما تنتج من الخام، لتقوم بعد ذلك باستيراد فلزات مصنعة ونصف مصنعة، و بالنسبة للإنتاج العربي من الرصاص والزنك فان لدول المغرب الثلاث تونس والجزائر والمغرب أقداما راسخة في تعدين هذين الفلزين منذ عشرات السنين ولكن الإنتاج العربي بشكل عام لا يتعدى 86, 0 ٪ من الإنتاج العالمي للزنك، 68, 2 ٪ من الإنتاج العالمي للرصاص، يصدر معظمه لتستعيده الدول العربية مصنعا أو نصف مصنع، حتى لقد بلغت وارداتها حوالي 10- 15ألف طن زنك و30 ألف طن رصاص سنويا.

و يبلغ متوسط استهلاك الفرد على الصعيد العالمي حسب تقديرات بداية هذا العقد نحو ,37 1 كيلوجرام / سنة زنك، وكيلوجرام واحد/ سنة رصاص. ولو أخذت الدول العربية بهذا المعدل لكان المفروض أن يبلغ مجموع استهلاكها السنوي من الرصاص 131 ألف طن، ومن الزنك 5 ,179 ألف طن. وذلك يعني أن معدل استهلاك الفرد العربي في السنة 1/8 المعدل العالمي للرصاص و 1/6 المعدل العالمي للزنك.

وقبل أن نمضي عن هذه المجموعة من الفلزات نحب أن نشير إلى أن النحاس والزنك والرصاص إنما تحتل المرتبة الثالثة والرابعة والخامسة في ترتيب الفلزات على التوالي، وذلك بالنسبة للتجارة والاستهلاك في الاقتصاد الصناعي الحالي في العالم، حيث يحتل الحديد (والصلب) المرتبة الأولى، يليه الألمنيوم في المرتبة الثانية.

الفوسفات:

الفوسفات من الرواسب المعدنية الواسعة الانتشار في العالم العربي فهو موجود في 13 دولة عربية. وقد تزايد الاهتمام باستكشاف وتقييم الفوسفات في السنوات الأخيرة نظرا لتزايد الطلب عليه مع زيادة الاهتمام العالمي بمشكلة الغذاء. ولقد بلغ الاحتياطي المحسوب للفوسفات العربي بتقديرات عام 1974 حوالي 53 ألف مليون طن من الخام، توجد بحسب وفرتها في المغرب (بنسبة 5ر75٪) وفي مصر (22 ,6٪)، وفي الصحراء(66 ,5٪) وفي العراق (3 ,3٪) والأردن (0 ,2٪) والمملكة العربية السعودية (7 ,1٪) وتونس (,6 1٪) وسوريا (,6 1٪) والجزائر (2 ,1٪) وفلسطين المحتلة (2 ,1٪). ومما يجدر ذكره أن رقم الرصيد العام من احتياطي الفوسفات العربي قابل للزيادة السريعة، تبعا لنشاطات الاستكشاف، و بالتالي فان لنا أن نتوقع تغيرا في النسبة المئوية لرصيد أي دولة عربية إلى الرصيد العربي العام، وإذا كان ذلك هو الرصيد العربي فان الرصيد العالمي للفوسفات قدر في أوائل هذا العقد بنحو 130 ألف مليون طن من الخام. ولقد ثبت أن أفريقيا والشرق الأوسط تمتلك من تلك الاحتياطيات ما مقداره ,7 60٪ من احتياطيات العالم، وأن العالم العربي وحده يمثل 46 ,38٪ من أجمالي الاحتياطي العالمي. ولكن لا يخفى أن هناك إضافات جديلة لتلك

الاحتياطيات قد تمت في السنوات الأخيرة، وخاصة في الصين (30 ألف مليون طن) مما سيحدث تغييرا مستقبلا في الأسواق العالمية للفوسفات. كما أن هناك مصدرا جديدا للفوسفات ظهر في الأفق حديثا، وهو العقد الفوسفاتية الموجودة في قاع البحار، على الرفارف القارية المقابلة لشواطئ بعض الدول وبعمق حوالي 200 متر، وقد قدرت احتياطيات فوسفات الرفارف القارية هذه بحوالي 300 ألف مليون طن، أي بما يساوي تقريبا كل الاحتياطيات التي عرفت على اليابسة. وهناك أيضا مصدر آخر ربما لم يؤخذ في الحسبان وهو معدن الأباتايت في صخور الكربوناتاجاينت، لكن أغلب تواجدات تلك النوعية من الصخور لم تدرس بالتفصيل الذي يعطي تقييما لما بها من فوسفات، إلا أنها تعتبر مصدرا ستكون له أهميته المستقبلية.

معنى ذلك، أن الاحتياطيات العالمية للفوسفات كبيرة جدا .. وقابلة للتزايد مستقبلا، بحيث تغطي ما يفقد بالاستخراج بالمعدلات الحالية، و بأي معدلات متزايدة في المستقبل، ولآماد بعيدة.. فلا مجاعة إذن في الفوسفات.

كان ذلك عن الاحتياطيات، فإذا ما انتقلنا للحديث عن الإنتاج، وجدنا أن سبعا من الدول العربية فقط هي التي دخلت مضمار الإنتاج وهي بحسب تقديرات عام 1975 وبالمليون طن من الخام كالآتي. المغرب (14) الصحراء (2,8) تونس (3,5) الجزائر (0,7) الأردن (1,4) مصر(0,55) سوريا (0,3) فلسطين المحتلة (0,7) وكان الإجمالي العالمي المنتج من الفوسفات في تلك السنة هو(106) والعربي (24)، و بذلك تكون نسبة الإنتاج العربي إلى العالمي (22,9٪) ومعنى ذلك أن البلاد العربية تشكل أحد ثلاثة مراكز ثقل عالمية في الإنتاج، بعد الولايات المتحدة الأمريكية (42 ٪) والاتحاد السوفيتي (22,6٪). أما من ناحية الجودة فان المغرب هي الدولة الوحيدة من بين كتلة المنتجين العرب التي تنتج خاما تزيد درجته عن 87٪ ثلاثي فوسفات الكالسيوم. و بشكل عام، فان الإنتاج العربي من الفوسفات يذهب جله للتصدير إلى الأسواق العالمية، ماعدا جزءا صغيرا يتم تصنيعه محليا.

إحصائيات عن الفوسفات العربي

وفيما يلي بعض الإحصائيات عن الفوسفات العربي والعالمي لتوضيح الموقف العربي:

وفيما يلي بعض الاحصائيات عن الفوسفات العربي والعالمي لتوضيح الموقف العربي:

*** الانتاج الفوسفاتي بألف الطن:**

	العربي	العالمي	النسبة المئوية
عام 1974	26680 , 6	109091 , 9	24 , 46
عام 1975	20495 , 7	106538 , 0	19 , 24

جدول -22

*** الانتاج مصنفاً حسب نسبة ثلاثي فوسفات الكالسيوم وبألف الطن:**

	68%	69 – 72%	73 – 77 %	78 % وأكثر	المجموع
عام 1974-الدول العربية	5034.0	12656.9	8519.0	470.7	26680.6
النسبة للعالم	11.87%	54.84%	50.84%	1.76%	24.46%
عام 1975-الدول العربية	5039.2	9733.8	5529.3	193.0	20495.7
النسبة للعالم	10.89%	47.40%	40.14 %	0.74%	19.24%

جدول- 23

وكان الاستهلاك المحلي لعام 1975 حسب نسبة ثلاثي فوسفات الكالسيوم

بألف الطن بحسب ترتيب النسب المئوية السابقة :

1545.9 458.3 94.6 2098.8

أما التصدير العربي للفوسفات بألف الطن ؛ في عام 1974 فكان 4 , 23351 ونسبته للتصدير العالمي , 66 31٪. وفي عام 975 1 كان 8 , 16755 ونسبته للتصدير العالمي 61 , 38٪.

وبرغم معركة الأسعار المحتدمة بين الدول المنتجة للخامات والدول المستوردة لها، وما يستتبع ذلك من ضغوط، فما زالت مجموعة الدول العربية هي المتصدرة والمهيمنة على أسواق الفوسفات العالمية. ولن تتمكن الضغوط أن تحدث أي تأثير على سيطرة الفوسفات العربي طالما أن الإنتاج العالمي الحقيقي يتزايد مع تزايد أزمة الغذاء والانفجار السكاني.

الأسمدة الفوسفاتية في العالم العربي:

ولنترك الآن الحديث عن التصدير، ونقصره على نسبة الاستهلاك المحلي للفوسفات (, 3 10٪ من جملة الإنتاج العربي). إن استهلاك الفوسفات يرتبط أساسا بتصنيع الأسمدة والمخصبات الزراعية، كما يرتبط ببعض الصناعات الكيميائية على نطاق محدود، ومن أشهر الأسمدة الفوسفاتية رغم تعدد أنواعها: السوبر فوسفات الأحادي والسوبر فوسفات الثلاثي (أو التربل) والخبث القاعدي المتخلف عن صناعات الحديد والصلب، ثم كذلك الأسمدة المركبة والمخلوطة، والخامات اللازمة لصناعة الأسمدة الفوسفاتية داخل البلاد العربية هي رواسب الفوسفات، ثم الكبريت أو البيرايت اللازم لإنتاج حامض الكبريتيك.

ولقد عرفنا مواقع رواسب الفوسفات في العالم العربي، وعلينا أن نعرف مواقع الشق الثاني لصناعة الأسمدة الفوسفاتية، وهر الكبريت، فمصادره هي كما يلي: في المملكة المغربية (من خام البيرهوتايت)، وفي الجزائر(من خام البيرايت)، وفي ليبيا (كبريت مستخلص من الغازات البترولية)، وفي السودان (كبريت طبيعي)، وفي مصر(كبريت طبيعي)، وفي العراق (كبريت طبيعي وكبريت مستخلص من الغازات البترولية)، وفي دولة اتحاد الإمارات العربية والكويت (كبريت مستخلص من الغازات البترولية)، وفي السعودية (كبريت مستخلص من الغازات البترولية ومن خام البيرايت)، وتستطيع تلك المصادر للكبريت مجتمعة أن تغطي كافة احتياجات البلاد العربية من الكبريت اللازم لصناعة السماد الفوسفاتي بالطاقات المعروفة

حاليا والمخططة، ولكن الواقع أن كل البلاد العربية المنتجة للسماد الفوسفاتي (فيما عدا المغرب) تعتمد على سد كل أو جل احتياجاتها من الكبريت بالاستيراد (الجزائر-تونس-مصر ثم لبنان الذي يستورد الفوسفات والكبريت معا).

ونضيف هنا أن هناك اتجاهات تكنولوجية عالمية حديثة لاستخدام حامض الأيدروكلوريك بديلا عن حامض البريتيك في صناعة الأسمدة الفوسفاتية كما أن هناك اتجاهات أخرى للحصول على حامض الكبريتيك من الجبس مباشرة وبصفة عامة فان الطاقات الإنتاجية في عام 1975 لمختلف الأسمدة الفوسفاتية في العالم العربي كانت على النحو التالي بألف الطن:

حامض كبريت	حامض فوسفوريك	احادي سوبر فوسفات	ثلاثي سوبر فوسفات
2605	1061	550	837

هايبرفوسفات	ثنائي فوسفات الألمنيوم	أسمدة مركب	فوسفور
250	725	265	–

وعلى أساس تلك التقديرات الإنتاجية لعام 1975، توقعاتها خلال عام 1980، حسب المخططات الموضوعة لبعض البلاد العربية، وتقديرات الاستهلاك الظاهري خلال هاتين السنتين، ثم افتراض أن يتم استيراد السماد الفوسفاتي للدول التي لا تنتجه من داخل كتلة البلاد العربية، فان تقديرات الطاقة التصديرية للسماد في هذين العامين على مستوى كل البلاد العربية تكون كما في جدول 24 بألف الطن خاسى أكاسيد الفوسفور:

جدول 24 تصدير السماد (خامس أكسيد الفسفور) من البلاد العربية
تقديرات عام 1975

انتاج	استيراد	تصدير	استهلاك ظاهري
1102	19	765	356

جدول 25 تقديرات السماد الفوسفاتي في البلاد العربية مستقبلا
تقديرات عام 1980

انتاج	استيراد	تصدير	استهلاك ظاهري
1437	32	997	472

وهكذا، فان القدرة التصديرية الفائضة بعد الوفاء بالاحتياجات المحلية ستكون 799 ألف طن من خاص أكسيد الفوسفور في السماد.

لعل اكثر ما يفزع الإنسان في عصره الحديث ما يتردد عن التزايد السكاني والشح الغذائي، وما بلغه الإنسان من علاج لذلك تحدد في تنشيط الزراعة أفقيا ورأسيا، ومن أهم دعامات هذا التنشيط رفع معدلات استخدام الأسمدة بأنواعها. ولعل الحديث عن معدل استهلاك الأسمدة للفرد يعكس مدى إنتاجية الغذاء في ربوع العالم المختلفة، و يعكس أيضا المفارقات حيث يبلغ نصيب الفرد في الدول المتقدمة عشرة أمثال نصيبه في الدول النامية، فالمتوسط العالمي لاستهلاك الفرد من مجموع الأسمدة في عام 1972 كان 19,6 كيلوجرام / سنة بينما هو في الدول المتقدمة 53,3، وفي الدول النامية 5,0، ولقد ثبت أن الدول العربية الزراعية مثل لبنان وسوريا والعراق ومصر والجزائر والمغرب تتقارب معدلاتها مع معدلات الدول النامية بصفة عامة، بينما نجد أن معدلات الدول العربية الصحراوية القليلة الزراعة أقل من معدلات الدول النامية بكثير، من هنا كان اعتماد الدول النامية على الاستيراد لسد احتياجاتها من الغذاء، وهذا موقف صعب، أو أمر ينذر بخطر، إذ لا يمكن أن تستمر إمكانية الدول المصدرة للغذاء على الوفاء بما يغطي عجز الدول النامية في احتياجاتها الغذائية مستقبلا، ومن هنا فلا بد من الزراعة، وللزراعة لابد من مخصبات، وللمخصبات لابد من ثروات معدنية تفي بتوقعات استهلاك الأسمدة الفوسفاتية عام 1980، المقدر بنحو 29,3 مليون طن سماد فوسفاتي على مستوى كل العالم من مجموع 105,7 مليون طن أسمدة بكل أنواعها الآزوتية والفوسفاتية والبوتاسية. أما لو تزايدت المساحات المنزرعة عالميا فالأرقام لابد أن تتزايد كذلك برغم تزايد الطلب المستمر على خام الفوسفات في السنوات الأخيرة والمقدر له في عام 1980 نحو 134 مليون طن خام.

ثمة كلمة أخيرة في الموقف العربي للفوسفات ومستقبل هذه الثروة المعدنية العربية. إن الموارد العربية المعروفة والمحسوبة من خام الفوسفات تمثل 46 ,38٪ من الاحتياطي العالمي بحسب تقديرات عام 1971. ولو ضممنا دول الشرق الأوسط إلى الدول الأفريقية لصار مجموع الاحتياطيات أكثر من 60٪ من الاحتياطي العالمي. فهل هناك شك بعد ذلك أن يكون الفوسفات مصدر قوة يجب أن تؤخذ في الاعتبار؟ إلا أن الأمر يحتاج إلى تخيط واع كبير.. لكي نقول من بعد: إنه يحق لنا أن نعتبر الفوسفات مادة أولية وثروة طبيعية غير زراعية تلي البترول مباشرة في قيمتها لا المادية. فقد كانت قيمة المستخرج من الفوسفات العربي في عام 1974 نحو 1350 مليون دولار. وهذا لاشك يمثل دخلا كبيرا ومنتظما ودائما، لسنوات طويلة تمتد إلى ما بعد استنزاف كافة الموارد البترولية في العالم العربي. كما أن الفوسفات خامة يستطيع العالم العربي أن يساهم بها في تخفيف وطأة الجوع العالمي، وأن يتيح بها الرخاء. ولما كانت هذه الرواسب الفوسفاتية على هذا الأساس ركيزة اقتصادية هامة للوطن العربي فان ذلك لا شك يستدعى التنسيق والتعاون بين الدول العربية في مجالات الاستكشاف والإنتاج والتصنيع والتسويق، كما جاء في مؤتمر جدة عام 1974 والرباط عام 1977 بإنشاء اتحاد يضم الأقطار العربية المنتجة للفوسفات، تكون مهمته متابعة أحدث التطورات التكنولوجية في الكشف والاستخراج والتركيز والتصنيع. ولقد أوصى الموتمران المذكوران أيضا بالربط بين خطط الإنتاج واحتياجات الاستهلاك، لتجنب زيادة العرض على الطلب من الفوسفات. ولتخطيط سياسة سليمة للإنتاج يلزم التعاون والتنسيق بين المنتجين، كما يلزم توافر المعلومات والدراسات الدقيقة للطاقات الإنتاجية المتاحة على المستويين العربي والدولي، وكذا الإمكانات المتوافرة لزيادة تلك الطاقات في المستقبل القريب والبعيد على حد سواء. ولقد رئي أيضا في ذلك المجال العمل على تشجيع وضمان الأموال العربية الموجهة للاستثمار في تمويل أعمال الكشف والبحث عن خامات الفوسفات بالوطن العربي، وتنمية المناجم القائمة، وإنشاء مصانع للأسمدة والمنتجات الفوسفاتية الأخرى. كذلك أوصى المؤتمرون بمحاولة الإفادة من التكامل المعدني بين الدول العربية، بترتيبات ثنائية أو جماعية بين الدول التي تنتج الفوسفات، وتلك التي تنتج الكبريت

المستخرج إما من المناجم أو من عمليات تكرير البترول، وتلك التي تتوافر فيها عناصر الإنتاج الأخرى، من خبرة فنية وعمالة وطاقة.. الخ.

الأملاح التبخرية:

لعلنا مازلنا نذكر حديثنا في الباب السابق عن ملح الطعام أو كلوريد الصوديوم، ثم البوتاسيوم والجبس والانهيدرايت.. الخ، إنها جميعا تشكل ما يسمى بالمتبخرات. ذلك لأنها مجموعة من الأملاح المعدنية يرجع تكوينها إلى الترسيب من محاليلها (مياه البحار والمحيطات)، ترسيبا جزئيا بحسب درجة ذو بأنها النسبية. ذلك الترسيب يعطي أملاحا تبخرية، إما حالية في بحار ومحيطات وملاحات اليوم، وأما قديمة قد تكونت في أحد الأزمنة الجيولوجية السابقة. واكثر الأملاح التبخرية أهمية في الوطن العربي أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والبورون والنترات والاسترنشيوم والبرومين واليود. وجميعها ذوات احتياطيات عالية، تكاد تكون لا نهائية، ماعدا السترنلسيوم. وهي كذلك في البلاد العربية، حيث هي من أوسع الرسوبيات انتشارا. بل ان العالم العربي يعتبر وحيدا في غناه بحقول البترول والغاز الطبيعي وما يصاحب ذلك من قباب ملحية هائلة. و يتوزع ذلك الرصيد الملحي الضخم بصفة خاصة في الشمال والشمال الغربي الأفريقي، وحول حوض البحر الأحمر، وفي المناطق الشرقية لشبه الجزيرة العربية قرب الخليج العربي، وفي مناطق البترول العراقية، وحول البحر الميت، . ولقد تحددت اكبر مساحة متصلة من الأرض أمكن تحديد وجود الملح تحتها بنحو 250 ألف كيلومتر مربع. وتقع تحت الشمال الشرقي الجزائري، والجنوب التونسي، والغرب الليبي، حيث استمر على مدى عصور جيولوجية متلاحقة ترسيب الأملاح التبخرية مع توالي الهبوط في تلك المنطقة. و يبلغ أقصى سمك عرف حتى الآن لطبقات التبخريات بهذا الحوض، إلى الشرق من حاسي مسعود وتوجورت حيث يبلغ السمك 1600 متر منها 300 متر من كلوريد الصوديوم. كذلك توجد في موريتانيا امتدادات لحوض ترسيبي آخر للمتبخرات. وفي مصر بمنطقة البحر الأحمر توجد مجموعة من الأملاح التبخرية، مع ما يصاحبها عادة من جبس، لم يمتد وجودها حول ما كان يعرف بخليج القلزم الميوسيني (ما يشغل مساحة البحر الأحمر

الحالي تقريبا) ممتدا من البحر الأبيض المتوسط دون اتصال بالمحيط الهندي. ولقد ثبت أن جميع التبخريات حول ذلك الحوض تنتمي فعلا إلى العصر الميوسيني وأعطت رواسب بلغ سمكها آلاف الأمتار.

وأما الموقف العربي من تلك الأملاح التبخرية فيمكن تلخيصه على النحو التالي: في جمهورية موريتانيا تقدر الاحتياطيات ببضعة مئات من ملايين الأطنان، يستغل جزء صغير منها للاستهلاك المحلي والتصدير. وفي المغرب يقع الملح الصخري في الشمال المغربي وجهة الأطلس شرقي مراكش، وفي شمال الدار البيضاء. وقد قدرت الاحتياطيات المؤكدة في الموقع الأخير فقط بحوالي 800 مليون طن والاحتياطيات المحتملة بما يزيد على ألفي مليون طن، تحت أعماق تبلغ نحو 500 متر، وبنقاوة بلغت 98٪ كلوريد صوديوم. كذلك يوجد بالمغرب الجبس وأملاح البوتاسيوم واليود. وأما في الجزائر فرصيد الأملاح التبخرية فيها لا يقدر. ولكنها على أعماق كبيرة ولا تستغل حاليا، وكذلك الحال في تونس، إلا أن الجبس يستخرج في البلدين بما يكفي الاحتياج المحلي.

وفي ليبيا توجد أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم في سبخات سطحية لم تستغل بعد، وان كان الجبس يستغل على نطاق محدود. أما في مصر فتوجد أملاح كربونات الصوديوم في الطرانات الطبيعية في وادي النطرون وغربي الدلتا، وقد استعيض عنها صناعيا بناتج تفاعل الحجر الجيري مع ملح الطعام أما أملاح البوتاسيوم فقد عثر عليها في جنوبي خليج السويس، والجبس على ضفتيه وعلى شاطئ البحر الأحمر والأبيض غرب الإسكندرية. وفي السودان يوجد النطرون في شمال كردفان، ويمتد الجبس على ساحل البحر الأحمر بكميات هائلة وخاصة عند خورايت ودنجناب وجزيرة المجرسم، وتنتشر القباب الملحية على ساحل البحر الأحمر في السعودية قرب الحدود اليمنية وخاصة عند جيزان، وفي جزيرة فرسان الكبير. وأما الجبس ففي أملخ وجيزان، وقرب خليج العقبة، وعند البدع ومقناه، كما يوجد قرب الرياض في ضحل هيث، و يوجد على الخليج العربي، وتمتد سلسلة القباب الملحية مصحوبة بالجبس على شاطئ البحر الأحمر من الحدود السعودية إلى الحديدة في الجمهورية العربية اليمنية، وحتى ميناء المخا جنوبا، وكذلك ينتشر الملح الصخري والجبس شمال

حضرموت في اليمن الديمقراطية، وتتقاسم فلسطين والأردن أكبر مصدر معروف للأملاح التبخرية في العالم العربي، ذلك هو البحر الميت، الذي يحتوي على حوالي 45 ألف مليون طن من مختلف الأملاح المفيدة، من كلوريدات الماغنسيوم والصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم و بروميده. أما الجبس فواسع الانتشار في الأردن، وتزيد احتياطياته على مائة مليون طن في مناطق الطفيلة ووادي الحسا ووادي الكرك، ولقد اكتشف وجود الملح الصخري في سوريا أثناء البحث عن البترول قرب الحدود العراقية، ثم في شمال غربي دير الزور. أما دول الخليج فتتمتع بنصيب وافر من الأملاح التبخرية في القباب المصاحبة للبترول ينتشر وجود الجبس والأنهيدرايت على السطح في امتدادات كبيرة من الشاطئ يجعلها صالحة للاستغلال الاقتصادي، أما ملح الطعام للاستخدامات العادية فتحصل عليه جل البلاد العربية من ملاحات عصرية.

وبعد فجدير بنا أن نتساءل عن تلك الموارد الكبيرة من الأملاح التبخرية في كل رجا من أرجاء الوطن العربي إلى أي مدى قد أحسن استغلالها؟ وإلى أي مدى أسهمت في التسويق العالمي ؟ لقد كان أجمالي الإنتاج العربي من ملح كلوريد الصوديوم في السنوات 1968 و1969 و1970 هو على التوالي 1611 و1370 و1438 ألف طن مقارنا بالإنتاج العالمي البالغ 138 و148 و156 مليون طن لنفس الفترات. وكان الإنتاج العربي يغطي احتياجات الاستهلاك المحلي مع توفير كميات تصدرها كل من تونس ومصر واليمن الديمقراطية والعربية اليمنية. وبرغم موارد الجبس الهائلة في البلاد العربية، إلا أن الإنتاج العربي لا يكاد يبلغ مليون الطن سنويا، تستوعب جلها في أغراض البناء وصناعة الأسمنت المحلية، ولا يتاح للتصدير إلا أقل القليل، في حين أن إمكانات البلاد العربية تتيح دورا هائلا واقتصاديا في إنتاج العالم الذي بلغ قرابة الستين مليون طن في عام 1975. أما أملاح البوتاسيوم ومعظمها في البحر الميت فلا يستغلها العرب وتستغلها إسرائيل، وكان أجمالي الإنتاج العالمي من أملاح البوتاسيوم في عام 1975 نحو 24 مليون طن.

مواد البناء والحراريات:

واحدة من مجموعات الثروات المعدنية ذات الأهمية، إذ تشتمل على:

- خامات الأسمنت. حجر جيري-مواد طينية أو طفلية-سيليكا (رمل)-جبس.

- خامات الحراريات بأنواعها مثل حراريات السيليكا-الطين الناري-الألومينا-الماجنيزايت والدولومايت.

- مواد لازمة لإنتاج الأسبستس الأسمنتي في صورة ألواح ومواسير.

- المواد العازلة مثل الميكا بأنواعها، والفرميكولايت والبيرلايت والطلق.

- أحجار الزينة التي تشتهر بها بعض البلاد العربية، وتتعدى شهرتها

- الاستخدامات المحلية إلى الأسواق العالمية.

- الأحجار والصخور بكل أنواعها المختلفة.

ومع الاتجاه العام للصنيع والتشييد تصاعدت أهمية تلك المواد تدريجيا وأصبح الاستيراد بديلا عن عجز الإنتاج لسد الاحتياجات. ولكن ذلك أمر لا يتفق وما في العالم العربي من إمكانيات. ومن ثم نشط الاستكشاف، ولكن ينقصه التخطيط لكي يصل الموقف العربي بتلك الثروات إلى الاستغناء التدريجي عن الاستيراد من الخارج.

ولنأخذ الأسمنت مثلا، فتلك مادة يعتبر استخدامها معيارا حضاريا بمعنى الكلمة. فحين يذكر الأسمنت فإنما يعني به على الفور مدى النهضة التعميرية. وعالمنا العربي اخذ بتلابيب ذلك اليوم. والدليل تلك الحاجة المستمرة والملحة والطلب المتزايد على صناعة الأسمنت. و برغم أن الإنتاج العربي منه في صعود.. و برغم وفرة عناصر هذه الصناعة ومتطلباتها من الثروات المعدنية في بلاد العرب، إلا أن الطاقة الحالية عاجزة وقاصرة، برغم أن الإنتاج الكلي للعالم العربي كان في عام 1973 (طاقة قائمة) نحو 13760 ألف طن، وأجمالي الإنتاجية الكلية المخططة قبل عام 1980 نحو 27310 ألف طن من الأسمنت. كما بان من الإحصائيات أن أعلى معدلات الاستهلاك للفرد من الأسمنت هي التي توجد في قطر (1450 كيلوجرام / فرد) والإمارات العربية (875) والكويت (820) والبحرين (601). وهذا معيار للنشاط الإنشائي في تلك البلاد. وهو معيار يتفوق كثيرا على مثيله في بقية البلاد العربية، حيث أقل المعدلات في السودان (18 كيلوجرام / فرد) بحسب تقديرات عام , 1970 أما الاستهلاك الكلي للعالم العربي، والمتوقع لعام , 1980 فسيبلغ نحو 5 , 37 مليون طن. وحسب بيانات الطاقات الإنتاجية

المتاحة على الصعيد العربي في ذاك العام، وهي 27,3 مليون طن من الأسمنت في السنة، فسيكون العجز المتوقع مقداره 10,2 مليون طن في السنة. من هنا، كان لزاما التخطيط لطاقات إنتاجية إضافية ينشط من أجلها البحث والاستكشاف لخامات صناعة الأسمنت في البلاد العربية.

أما المواد العازلة والمالئة فهي هامة ولازمة للبلاد العربية بنوع خاص، لوقوعها في المناطق الحارة من العالم معظم فصول السنة، ومن ثم فحتم عليها أن تبحث وتستكشف، لتحدد موقفها من هذه المواد، ثم أن ينشط استغلالها واستخدامها وإجراء الدراسات عليها من وجهة نظر الصناعة لتحسين نوعيتها، والاستغناء بها عما يستورده من الخارج. فالأسبستس موجود في المغرب جنوب الأطلس جهة بوصقور، وفي جبال الأحجار بالجزائر، وفي شمال اللاذقية بسوريا، وفي جبل بيتان بالصحراء الشرقية المصرية، وفي قلع النحل بشرق السودان والانجسنا جنوب شرق السودان، وفي أجزاء من الدرع العربي غرب السعودية. ورغم وجود هذه المصادر فان الصناعة العربية التي تنتج ألواح ومواسير الأسبستس الأسمنتي تعتمد على استيراد ألياف الأسبستوس نقية جاهزة للاستخدام الصناعي، والذي بلغ أجمالي الطاقات الإنتاجية منه في عام 1975 نحو365 ألف طن مواسير ونحو 140,7 ألف طن من الألواح، كما أن الطاقة الإنتاجية المتوقعة عام 1980 ستكون 405 ألف طن مواسيرو155 ألف طن من ألواح الأسبستوس الأسمنتي. ويحتاج كل طن من الألواح إلى 0,14 طن من ألياف الاسبستوس، كما يحتاج كل طن من المواسير إلى 0,2 طن من الألياف. وعلى ذلك فيقدر ما سوف تستورده الأمة العربية سنويا من الألياف بما يزيد ثمنه عن 15 مليون دولار حيث يتراوح ثمن الطن الواحد ما بين 150 و250 دولارا. تلك حقيقة تحفز على تنشيط الاستكشاف والبحث عن الأسبستوس العربي وتنميته.

وبجانب ذلك، فقد ثبت وجود الميكا في التراب العربي بكميات هائلة في شمال السودان. كما أن لدى العالم العربي رصيدا ضخما من الفروميكولايت، وهو نوع من الميكا يعتبر من أحسن العوازل الحرارية بعد معالجته بالحرارة. و يتواجد ذلك الرصيد في المغرب ومصر والسودان والسعودية والصومال. و يبلغ الإنتاج العالمي من الفرميكيولايت حوالي نصف

مليون طن سنويا. أما الطلق فموجود في صخور السربنتين في المغرب والجزائر ومصر والسودان وسوريا والسعودية وعمان بكميات هائلة. ومزيد من الاهتمام به يفتح أبواب التصدير والمنافسة أمامه عالميا.

والدياتوميت والبنتونايت من المواد المالئة والعازلة كذلك، وتوجد بكميات وفيرة في الجزائر بمنطقة وهران، وفي مصر شمال الفيوم، وقرب الغردقة على ساحل البحر الأحمر، وفي المغرب والسودان، كل هاتيك الثروات هامة ومفيدة في مجالات عديدة من صناعات العصر ومتطلباته، وهي موجودة في البلاد العربية بوفرة وكفاية. ومزيد من البحث عنها وتنميتها يفتح لها مجالات اقتصادية عظيمة.

وإذا ما بلغنا بحديثنا هذا الحراريات فسنلمس أن هناك العديد من الخامات الأساسية لإنتاجها، منها: حراريات السيليكا ونصف السيليكا والطين الناري وحراريات الألومينا العالية، وحراريات الكرومايت والمنجنيزايت، وحراريات الدولومايت، وحراريات أخرى مثل حراريات الزركون والفورشتيرايت وغيرها. ومعظم الخامات اللازمة لإنتاج تلك النوعيات المختلفة من الحراريات يتوافر وجوده في البلاد العربية. فالطينات الحرارية تكاد تكون موجودة في الوطن العربي أما الكاولين والطينات الكاولينية فقد عرفت في المغرب والجزائر ومصر والسودان والسعودية. يوجد الماجنيزايت في الصخور فرق القاعدية، الموجودة في المغرب والجزائر وشمال سوريا ووسط الصحراء الشرقية المصرية (البرامية) وشرق السودان وفي الصومال، أما الألومينا الموجودة في اللاتيرايت فلم يثبت تواجدها حتى الآن في التراب العربي، وان كان احتمال وجودها في السودان كبيرا. و بشكل عام فان صناعة الحراريات تعتبر صناعة ناشئة في المنطقة العربية، ولم تصل بعد للدرجة التي يستفاد معها بالخامات العربية الاستفادة المناسبة، وان يكن التخطيط للمستقبل مبشرا، حيث إن إنتاج طن من الحديد يحتاج من 50الى 60 كيلوجراما من الحراريات، وإنتاج طن واحد من الأسمنت (الكلنكر) يحتاج إلى كيلوجرام واحد من الحراريات. ولقد بلغت الطاقات الإنتاجية المصممة في أوائل السبعينات (ليست الفعلية) في مصر 90 طن /عام، وفي الأردن (60 طن /عام)، وفي المغرب 12 طن /عام، وفي تونس 10 طن /عام، من الحراريات. وفي عام 1980 تقدر احتياجات صناعة الأسمنت العربية

بنحو 36 ألف طن واحتياجات صناعة الحديد والصلب العربية، بنحو 209 ألف طن من الحراريات. ألا يشير ذلك إلى الأهمية و ينبه إلى مزيد من التخطيط ؟!

بعض الخامات الصناعية:

يتمثل ما يتوافر منها في التراب العربي، وما استكشف حتى الآن، في خامات الكبريت والزئبق والكوبالت والكادميوم.. وهي جميعها لها من الأهمية الصناعية ما يبرر دراسة الموقف العربي تجاهها..

فأما الكبريت فبرغم تعدد صور تواجده إلا أن مصادر الحصول عليه هي أساسا من الكبريت الطبيعي الذي يتواجد منتشرا في الصخور الجيرية والجبس، على شكل كبريت خالص. و يعطي هذا المصدر حوالي 65٪ من الإنتاج العالمي أما الكبريت من البيرايت (كبريتور الحديد) فيمثل حوالي 20٪ وتأتي بقية نسبة الإنتاج العالمي من الكبريت مستخلصا من خام البترول أو الغاز الطبيعي خلال أولى عمليات تنقيته. وتستهلك صناعة المخصبات كما رأينا من قبل حوالي 50٪ من الإنتاج العالمي للكبريت. ورصيد الدول العربية من الكبريت رصيد هائل وضخم. واكبر رواسبه العربية المعروفة حاليا في العراق قرب الموصل، حيث تقدر احتياطيات حقل المشراق وحده بحوالي 245 مليون طن، كانت إنتاجيته في عام 1976 نحو مليون طن، سترتفع عام 1982 الى5 ,1 مليون طن سنويا، يجري تصدير معظمها خارج البلاد. أما بالنسبة للكبريت من خام البيرايت، فأهم مناطق إنتاجه في المغرب (160 ألف طن)، والجزائر (22 ألف طن) بتقديرات عام ,1975 و يستهلك معظمها محليا لإنتاج حامض الكبريتيك اللازم لصناعة السوبر فوسفات. واكبر طاقة إنتاجية للكبريت من البترول الخام والغاز الطبيعي، توجد في ليبيا (45 ألف طن كبريت سنويا)، وهو ينتج كذلك في السعودية ومصر والجزائر والعراق والكويت.. و بذلك كان أجمالي الإنتاج السنوي عام 1975 من الكبريت بالدول العربية حوالي 1375 ألف طن، موزعة كالآتي: مليون طن كبريت طبيعي, 182 ألف طن من البيرايت، و193 ألف طن من البترول. ومجموع الإنتاج العربي في تلك السنة، كان بنسبة 5 ,2٪ من أجمالي الإنتاج العالمي (52 مليون طن). ونظرا لأهمية الكبريت في صناعة المخصبات

وغيرها من الصناعات الكيميائية الأساسية والتحويلية فلابد من التخطيط لزيادة الإنتاج من الكبريت العربي.

والزئبق من المعادن المحدودة الانتشار عالميا. وعربيا.. إلا أن الجزائر تعد عالمية الإنتاج، بما يسمح لها بالتدخل مع الدول المنتجة للزئبق في عمليات التسويق بفرض التحكم في الأسعار، والمحافظة عليها من مضاربات الدول المستهلكة. ومعادن الزئبق في الجزائر تنتشر في منطقة بئر صالح (77 طن /عام) وفي جبال الأوراس (10- 15 طن /عام). و يقدر الإنتاج السنوي للزئبق في الجزائر بنحو(13 ألف زجاجة سنويا). و يستغل الزئبق كذلك في تونس على شكل معدن السنابار(كان الإنتاج في عام 1974 مائة زجاجة سعة 76 رطل).

ولم تعرف بعد أي تواجدات للزئبق خلاف ذلك في الوطن العربي، وان تكن هناك احتمالات كبيرة في المغرب والعراق وعمان، أما الإنتاج العالمي من الزئبق فقد بلغ في عام 1975 في 354 ألف زجاجة سعة 76 رطلا (5, 34 كيلوجراما) من الزئبق، هذا و يتوقع أن تكون احتياجات العالم من الزئبق عام 2000 في حدود 520- 700 ألف زجاجة زئبق.

و يعتبر الكوبالت من المعادن الفلزية الهامة، والوثيقة الارتباط بصناعة الحديد والصلب. ونظرا لضالة إنتاجية الكوبالت عالميا فان الطلب يتزايد عليه عاما بعد عام. وتعتبر المملكة المغربية الدولة العربية الوحيدة التي تقوم بإنتاج خامات حاملة للكوبالت، حيث يتواجد مع النيكل في منجم بوعزر، مع صخور السربنتين، وتشير الدراسات الجيولوجية والعمليات الاستكشافية إلى نتائج مشجعة لوجود مناطق مأمولة في بعض مناطق من التراب العربي، مثل امتدادات منجم بوعزر في المغرب، وفي كتل الصخور القاعدية-وفوق القاعدية على جانبي البحر الأحمر داخل نطاق الدرع العربي الأفريقي في مصر والسودان والسعودية، وفي مناطق تواجد الأجاج الحار المعدن، في أعماق البحر الأحمر وفي منطقة جبل عمان في كتلة الصخور القاعدية وفوق القاعدية، وفي مناطق اللاتيرايت الواسعة الانتشار في السودان. ولقد بلغت نسبة مساهمة المغرب في الإنتاج العالمي في 7٪، بينما هي مع دولتين أفريقيتين أخريين (زائير وزامبيا) تساهم بأكثر من 80٪ من الإنتاج العالمي، البالغ عشرين ألف طن كوبالت، موجود في الخام بحسب

تقديرات عام 1975 (دون الكتلة الشيوعية).

أما الكادميوم فمن الفلزات النادرة التي لا توجد لها خامات مستغلة ومحددة في الطبيعة، بل هو يتواجد مصاحبا لخامات الزنك. معنى ذلك أن إنتاجه مرتبط بإنتاج الزنك. ومن ثم فان إنتاج الكادميوم يقع أساسا في الدول التي تقوم فيها عمليات استخلاص الزنك وتنقيته، وهي الدول الصناعية الكبرى. ولقد بلغت الإنتاجية العالمية لفلز الكادميوم في عام 1975 نحو 16250 طن من هنا كان لزاما على الدول العربية المنتجة لخامات الزنك إعادة تقييم خاماتها، على ضوء ما تحويه من فلز الكادميوم، وعلى ضوء الأمية المتزايدة له، وخاصة في المجالات الإلكترونية وغيرها..

الطاقة ومصدرها:

استمد الإنسان طاقته على مر العصور من الخشب والفحم والبترول، والغاز الطبيعي والطاقة الهيدروكهربية، والطاقة النووية والرياح.. ثم الشمس أولا وأخيرا، فهي مصدر الطاقات الأول بلا جدال. ولكن يظل الوقود المعدني هو المصدر الأساسي للطاقة حاليا ومستقبلا.. وتتفاوت قدرة الأنواع المختلفة من الوقود المعدني في مصادره العالمية عل إعطاء الطاقة تفاوتا كبيرا. و يبين جدول 26 الاحتياطيات العالمية من مصادر الطاقة المختلفة، من أنوع الوقود المعدني والطاقات الكامنة فيها، بحسب تقديرات أوائل هذا العقد:

نوع الوقود المعدني	الاحتياطيات العالمية بألف المليون طن وقود	الطاقة الكامنة في هذه الاحتياطيات	
		الف بليون كيلووات	بالنسبة لاجمالي الطاقة %
فحم حجري بانواعه	7600	55900	88.8
بترول	300	3250	5.2
غاز طبيعي	300	2940	4.7
قار وزيت في الحجر الرملي	43.3	510	0.8
طفلة بيتومينية	2.7	320	0.5
الاجمالي	8246	62920	%100

جدول 26 الاحتياطيات العالمية من مصادر الطاقة المختلفة

ومن المتوقع أن تستنزف احتياطيات البترول جميعها خلال الفترة بين عامي 2075- 2100 أما الفحم فان معدلات استهلاكه الحالية 3000 مليون طن / عام سترتفع إلى 7- 8 ألف مليون طن في عام 2000، ليصل إلى أعلى معدلات الاستهلاك في حدود 17- 18 ألف مليون طن سنويا، في أواخر القرن الحادي والعشرين، ثم يتناقص تدريجيا إلى أن تستنزف كل احتياطياته، خلال القرن السادس والعشرين. هكذا قدر المتخصصون..

و يتطلع العالم اليوم، إلى انشطار ذرة اليورانيوم وذرة الثوريوم كوقود للمستقبل...

وما زالت الطاقة الذرية الاندماجية أملا يتوقف على تحقيقه انقلاب حقيقي في دنيا الطاقة..ذلك لأن هذه الطاقة تتولد من التحام نواتي الديوتيريوم والتريثيوم. ومصدر الأول هو ماء البحر، ومصدر الثاني عنصر الليثيوم، الذي يعتبر العامل المحدد لكمية الطاقة، الممكن توليدها من هذا النوع من المفاعلات. ويحتوي المتر المكعب من ماء البحر على عدد من ذرات الديوتيريوم تكفي لتزويد البشرية بطاقة اندماجية كامنة، تعادل الحرارة الناتجة من إحراق 300 طن من الفحم. وإذا علمنا أن الحجم الكلي للمحيطات، نحو 1500 مليون كيلو متر مكعب من الماء، ولو أمكن نظريا استخلاص 1٪ فقط مما يحويه الماء من عنصر الديوتيريوم، فإن الكميات المستخلصة تعطي طاقة تزيد عما تعطيه مواد الوقود المستخرجة من باطن الأرض مجتمعة بنحو 500 ألف مرة، وذلك أمل البشرية في المستقبل، والبديل المنتظر من الطاقة من الوقود المعدني.

ونعود إلى الموقف العربي من كل مصدر من مصادر الطاقة على حدة..

فالاحتياطيات العالمية من الفحم الحجري بكل أنواعه ودرجاته كما بينا سابقا بلغت كخام محسوب 7600 ألف مليون طن، وكخام مؤمل فيه 7330 ألف مليون طن، ولا يشمل هذا التقدير طبقات الفحم التي يقل سمكها عن 30 سنتمترا أو تلك التي يزيد عمقها على 1200 متر تحت سطح الأرض. أما الفحم في البلاد العربية فلا يكاد يقارن بتلك الموارد العالمية. ولا توجد بيانات عنه إلا في المغرب (100 مليون طن فحم انثراسيتي) وفي مصر(145 مليون طن ما بين طفلة كربونية، وفحم بيتوميني). إلا أن هناك رواسب للفحم في الجزائر، وحوض جدة بالسعودية (من نوع الانثراسيت العالي

الدرجة). كما أن هناك شواهد عديدة في البلاد العربية الأخرى لرواسب فحمية ضعيفة السمك أو ضيقة الانتشار، في تونس وليبيا والصومال والعربية اليمنية، واليمن الديمقراطية وسلطنة عمان، وفي لبنان وشمال العراق. ولقد بلغ الإنتاج العالمي من الفحم الحجري في عام 1975 نحو 3243 مليون طن، أنتجت منها المغرب نحو نصف مليون طن فحم، صدر أقله واستهلك معظمه محليا. والخلاصة أن الفحم معروف في التراب العربي وربما حال توفر البترول دون المزيد من البحث والاستكشاف والتنمية.

ولقد تطور إنتاج العالم من البترول والغاز السائل من 55 67 , مليون برميل عام 1975 إلى 96 , 59 عام 1976 إلى 2 , 63 عام 1977 وكان الإنتاج العربي من البترول في عام 1975 نحو 5 , 19 مليون برميل يوميا، و يقدر له في عام 1980 نحو 6 , 36 مليون برميل يوميا بنسبة زيادة 4 , 13 في الإنتاج السنوي. وتتوزع هذه الزيادة كما هو مبين بجدول 27 التالي:

الدولة	1975	1980	بزيادة %
العراق	3015	5000	10.6
الكويت	3000	4000	5.9
المنطقة المحايدة	850	850	-
عمان	280	280	-
قطر	500	500	-
السعودية	8719	20000	18.1
الامارات العربية	2820	5600	14.7
البحرين	60	60	-
سوريا	250	290	2.4
المجموع	19502	36580	13.4

ولقد صرح بعض المتخصصين في أواخر عام 1978 بأن الإنتاج العالمي للبترول من المحتمل أن يصل إلى أعلى مستوى له في نهاية الثمانينات وبداية التسعينات. وأن الاستهلاك الصافي السنوي قد يصل الى25 مليار

برميل، أي حوالي ضعف المعدل السنوي لما يكتشف من آبار محسوبة من الآن وحتى عام. 2000

بعد ذلك يأتي الوقود الذري..

إن عنصر اليورانيوم له ثلاثة نظائر أو مماكنات توجد متلازمة في الطبيعة، بنسبة 3 ,99٪ يورانيوم 248 ثم , 695 0 ليوانيوم 235 ثم 005 ,0 ليورانيوم 234. و بانشطار اليورانيوم 235 تنطلق كميات هائلة من الطاقة حتى أن رطلا واحدا من أكسيد اليورانيوم ينتج طاقة حرارية تساوي ما تطلقه ثمانية أطنان من الفحم. والمصادر العالمية الحالية المحسوبة لليورانيوم تشمل خامات يحتوي أغلبها على ا ,0٪ أو اكثر من أكسيد اليوانيوم. و يصل حجم المصادر العالمية المؤكدة إلى حوالي 730 ألف طن يورانيوم، مع مصادر مقدرة إضافية تصل إلى 680 ألف طن يورانيوم. ورصيد العالم هذا البالغ 4, امليون طن يورانيوم أو , 6 ا مليون طن أكسيد يورانيوم، يكفي للوفاء بالاحتياجات العالمية، حتى أواخر الثمانينات طبقا للمعدلات الاستهلاكية الحالية (لا يدخل في هذا الرصيد الاتحاد السوفيتي والدول الشيوعية وآسيا، فليست هناك بيانات معلنة عنها). ولقد تطور إنتاج العالم من أكسيد اليورانيوم من 3800 طن عام 1950 إلى 32400 طن عام 1975 وينتظر أن يكون 470000 طن عام 2000. ويتكهن بعض العلماء، بحدوث تطور حيوي في المفاعلات الذرية خلال الثمانينات، حيثما يمكن إنشاء وتشغيل المفاعل سريع التوالد Fast Breader Reactor على نطاق تجاري. و يعتمد هذا المفاعل على الانشطار النووي لليورانيوم 238 والبلوتونيوم، بما يعني زيادة قدرة اليورانيوم على إعطاء الطاقة25 مرة، مثل ما يعطيه حاليا بالمفاعلات العادية. عندها، سيعطي الطن الواحد من اليورانيوم طاقة تساوي ما يعطيه مليونان من الأطنان من الفحم الحجري وسيكون لاشك لهذا التقدم والتطور أثره الشامل على كميات اليورانيوم المطلوبة وعلى تغليب الاعتماد على اليورانيوم في توليد الطاقة على غيره من المصادر الأخرى.

وليس لعنصر الثوريوم حاليا ما لليورانيوم من أهمية في مجالات الطاقة، ولكن لهذا الثوريوم مستقبل مرموق إذا تعرض لتيار من إشعاعات يورانيوم 235، لكي يتحول إلى يورانيوم 233 ذي القدرة الانشطارية، وهي دراسات لم

تزل في دور التجريب. ومصدر الثوريوم، هو معدن لمونازايت. واحتياطيات العالم من أكسيد الثوريوم بلغت بتقديرات عام 1972 نحو 2,5 مليون طن نصفها يوجد كناتج ثانوي، والآخر رئيسي في خاماته. ومازالت الرمال الشاطئية السوداء مصدرا لم تتحدد إمكانياته بعد.

دعنا بعد ذلك نلق الضوء على الموقف المعلن للموارد العربية من الوقود ا لذري.

لقد ثبت وجود أكاسيد اليورانيوم والثوريوم بالصومال (قدر احتياطي أكسيد اليورانيوم في منطقة مدوع بحوالي خمسة آلاف طن). وفي مصر توجد المعادن الذرية في صخور القاعدة وسط وجنوبي الصحراء الشرقية، وفي الحجر الرملي بجبل قطراني شمال الفيوم، وفي الرمال السوداء على شاطئ البحر الأبيض المتوسط (احتياطيات أكسيد الثوريوم 334,6 ألف طن وأكسيد اليورانيوم 25,5 ألف طن).. كذلك توجد معادن ذرية في السودان والسعودية، والمغرب والجزائر وموريتانيا، لم يتم بحثها وحساب احتياطياتها. وبجانب ذلك فهناك اليورانيوم الموجود في الفوسفات العربي. وإذا كانت احتياطيات هذا الفوسفات قد قدرت بنحو 53 ألف مليون طن خام يوجد بها أكسيد اليورانيوم بنسب ضئيلة تتراوح ما بين 0,006 إلى 0,018 ٪، وإذا تم حساب المتوسط بمقدار 0,01٪ فإن الفوسفات العربي يحتوي على 5,3 مليون طن، من الناحية النظرية من أكسيد اليورانيوم، يمكن استخلاصها كناتج ثانوي من الفوسفات، أثناء عملية تصنيع حامض الفوسفوريك والسماد الفوسفوري. ولعل استمرارية حاجة الإنسان للطاقة تجعل استخلاص اليورانيوم من الفوسفات هدفا أساسيا، بدلا من أن يكون ناتجا عرضيا..

ومع ذلك، فان البلاد العربية تهتم بالبحث عن مصادر اليورانيوم والثوريوم وكذلك الغازات المساعدة اللازمة للصناعة الذرية، مثل الزركونيوم والبريل والليثيوم وجميعها موجودة بالتراب العربي ولا يحتاج الأمر إلى تخطيط واهتمام، ملاحقة للعصر..

خامات قاع البحار:

تجولنا مع أهم مفردات الثروة المعدنية في يابسة العالم العربي، فإذا عن خامات في قيعان بحاره، وأمام سواحله.. ؟

لقد ساعد التطور الهائل في أجهزة البحث العلمي على ارتياد الإنسان لسطح القمر، وكذلك دراسة قيعان البحار والمحيطات، وتجميع حصيلة ضخمة من المعلومات عن هذا وذاك أزالت الكثير من الغموض، وأشبعت في الإنسان إحدى غرائزه، وهي حب الاستطلاع والمعرفة. و بالنسبة لمعارف الإنسان وما تجمع لديه عن قاع البحار، أمكنه تقسيمها حسب جدول 28.

مناطق قاع البحار والمحيطات	المساحة بمليون الكيلومتر المربع	النسة للمساحة الكلية %
الحافة القارية Continental Edge	–	15.3
الرفرف القاري (الرصيف) Cont. Shelf	55.4	–
المرتفع القاري Cont. Rise	19.2	5.3
سهول ومرتفعات الأعماق A byssal Planis & Hills	151.5	41.8
الخنادق العميقة Trenches	6.1	1.7
المرتفعات البحرية الوسطى Oceanic Ridges & Rises	118.6	32.7
المرتفعات والقباب البركانية Volcanic Ridges & Rises	11.2	3.2
إجمالي مساحة البحار والمحيطات	362	100

كل ذلك تفصيل فيسيوجرافي لجزء هام من سطح القشرة الأرضية. أما الفارق في الارتفاع بين أعمق الأعماق في البحار وأعلى القمم على القارات فيبلغ 4300-5800 متر. وتمتد حواف القارات تحت مياه البحار لمسافة تتراوح بين بضعة كيلومترات وأكثر من 1300 كيلومتر. وتلي حواف القارات هذه أعماق مائية تبلغ 4000 متر أما سمك القشرة الأرضية لجسم القارات فحوالي 30 كيلومترا في المتوسط، بينما يقدر متوسط هذه القشرة تحت مياه البحار بحوالي خمسة كيلومترات. وترتفع كثافة صخور القشرة تحت الأعماق البحرية كثيرا عنها في قشرة اليابسة، نتيجة زيادة عناصر

الحديد والماغنسيوم فيها. ومما تجدر ملاحظته هنا، أن الحافة القارية والرفرف القاري والمرتفع القاري-برغم صغر مساحتها بالنسبة للأجزاء الأخرى (, 6 20 ٪)، إلا أنها أكثر تنوعا في محتواها من الخامات، واكثر صلاحية لاستغلال ما بها من معادن على أسس اقتصادية في المستقبل القريب، بتكنولوجيا العصر، وفي المستقبل البعيد بتكنولوجياته المتطورة، وتدل التقديرات على أن البترول والغاز والخامات المعدنية واسعة الانتشار كبيرة الكم في تلك الأماكن القارية في البحار.

ففي مجال البترول مثلا، ينتج حاليا 17 ٪ من أجمالي الإنتاج العالمي والمتوقع عام 1980 أن تصل النسبة إلى 35٪ من أجمالي الإنتاج العالمي، من تحت سطح الماء والمقدر أن تكون احتياطيات ما تحت سطح الماء اكبر كثيرا مما عرف على اليابسة. يستدل على ذلك من الإنتاجية الحالية من أعماق تتجاوز مائة المتر بقليل، ومن مواقع لا تبعد عن الشاطئ بأكثر من 120 كيلومترا، وينتظر في عام 1980 أن تتمكن الرسائل التكنولوجية من استخراج البترول من أعماق تصل إلى 1830 مترا.. وعندها ستتضاعف كثيرا الكميات.

وتحت الماء أيضا قذرت كميات أملاح البوتاسيوم وغيرها من الأملاح المعدنية الأخرى بأرقام تبلغ ملايين الملايين من الأطنان، وهي رصيد للبشرية.

وتحت الماء أيضا يوجد الكبريت الذي يستخرج بطريقة الإذابة بالماء الساخن ثم الضخ إلى السطح (طريقة فراش).. وهو تحت الماء رصيد ضخم يضاف لرصيد فوق اليابسة. ومن أهم ما يستخرج من رمال الشواطئ والرفرف القاري الرمال المحتوية على الذهب، والماس، والبلاتين والكروم، والقصدير والتنجستن والثوريوم والتيتانيوم والحديد.. وتحت الماء أيضا ينتشر الفوسفات على هيئة عقد وكتل في مناطق الرفرف القاري. و ينتظر أن تبلغ احتياطيات الفوسفات الموجود تحت الماء على المستوى العالمي بضع مئات الآلاف من ملايين الأطنان. ومن هذا القدر يحتمل أن تندرج بضعة آلاف الملايين من الأطنان، تحت بن الخامات شبه الاقتصادية، بمقاييس الوقت الحاضر. وتحت الماء أيضا اكتشف وجود حبيبات وعقد مفككة من معدن المنجنيز، عرفت باسم عقد المنجنيز متناثرة ورابضة على سطح قاع المياه العميقة (3500-4500 متر) في بعض أجزاء البحار والمحيطات. وتكن أهمية هذه العقد فيما يصاحب أكسيد المنجنيز فيها من فلزات هامة مثل

النيكل والنحاس والكوبالت. ولقد بلغ متوسط نسب العناصر الفلزية في عقد المنجنيز في جهات متفرقة من العالم كالآتي: منجنيز (6 ,12- 34٪)، حديد (6 ,1- 7 ,17٪)، نيكل (1 ,0- 1 ,1٪)، كوبالت (1 ,0- 1 ,1٪) ثم نحاس (1 ,0- 7 ,0 ٪).

و بشكل عام فان أهم التواجدات لهذا الخام تقع في أعالي البحار فيما بعد الأربعمائة ميل من الشاطئ، وعلى أعماق تزيد في بعض الأحيان عن الخمسة آلاف متر. وفي أقل من ذلك بعدا أو عمقا تبرز تواجدات هزيلة، وتحرص الشركات العظمى، التي تقوم بأعمال الاستكشاف على سرية ما تحصل عليه من بيانات ومعلومات. و يبقى ما تذيعه الجهات العلمية من بيانات تلقى بعض الضوء على توزيع وجود الخام ومواقعه. ولقد ثبت أن معظم تواجدات العقد التي لها احتمال تعدين اقتصادي تقع في المحيط الهادي، بجانب ما يوجد في المحيطين الأطلسي والهندي. وفي تقدير «ميرو» عام Mero .L. 1967J فإن الاحتياطيات العالمية من هذه العقد تبلغ كميتها 7 ,1 مليون طن، منها 400 ألف مليون طن منجنيز 4 ,16 ألف مليون طن من النيكل 8 ,8 ألف مليون طن من النحاس ثم 8 ,9 ألف مليون طن من الكوبالت. وتلك أيضا أرصدة تضاف لأرصدة البشرية، واستغلالها رهن بالتكنولوجيا وتطوراتها. ومع ذلك فهناك طليعة من الشركات التعدينية العالمية تجوب البحار والمحيطات، استكشافا وتقييما لخام عقد المنجنيز الموجود في القيعان العميقة، ومما هو جدير بالذكر أن شركة. Deep Sea Ventures Inc الأمريكية، قد تقدمت إلى وزير خارجية الولايات المتحدة (مجلة هندسة التعدين- يناير-كانون الثاني-1975) بطلب إعلان اكتشاف، وحفظ الحق المطلق للاستخراج التعديني مع التماس الشمول بالحماية الدبلوماسية، وحماية حقوق الاستثمار، لمنطقة بها خام عقد المنجنيز، مساحتها 23 ألف ميل مربع، تقع شمال شرق المحيط الهادي، وعلى أعماق في 7500 إلى 16500 قدم. وتبدي هذه الشركة استعدادها لاستثمار مبلغ 22- 30 مليون دولار، خلال ثلاث سنوات، لاستكمال دراساتها التفصيلية بالمنطقة لتأكيد احتياطيات تكفيها لفترة أربعين عاما من الاستغلال، وتقدر قيمة المبالغ الرأسمالية اللازمة لاستخراج ومعالجة الخام بما يزيد عن 120 مليون دولار ولم يتم البت في الأمر بعد.

بجانب كل ذلك، فهناك خامات معدنية أخرى كالطينات المحتوية على معادن الزنك والنحاس وغيرهما..

ذلك هو الموقف العالمي من خامات قاع البحار، فماذا يا ترى عن الموقف العربي منها، خاصة وأنه لا توجد دولة عربية واحدة مقفلة، لا منفذ لها على البحر؟

لاشك أن احتمالات وجود خامات معدنية في البحار المواجهة للدول العربية احتمالات قائمة.. فهناك الرمال السوداء وما بها من معادن في المياه الضحلة المواجهة لموريتانيا، وهناك ما هو معروف منها على شاطئ دلتا نهر النيل والشاطئ الشمالي لشبه جزيرة سيناء على البحر الأبيض المتوسط وفي دلتا نهر طوكر على شاطئ البحر الأحمر في السودان، وفي مواقع من شواطئ الصومال المطلة على خليج عدن. وهناك احتمال وجود خام عقد الفوسفات على الرفرف القاري المواجه لشواطئ المغرب وموريتانيا والصحراء، وكذلك على الرفرف القاري المواجه لشواطئ جنوب شبه الجزيرة العربية. كذلك توجد بعض مواقع عقد المنجنيز في مواجهة شواطئ موريتانيا وجنوب شبه الجزيرة العربية والصومال.

ويبقى بعد ذلك البحر الأحمر، وله في مجال الخامات المعدنية شأن أي شأن .. فالبحر الأحمر أساسا يحتل مساحة قدرها 438 ألف كيلومتر مربع. و يقدر حجم مياهه بحوالي 215 ألف كيلومتر مكعب. وتصل أعمق نقطة في قاعه إلى عمق 2920 مترا تحت سطح البحر. ومنذ عام 1869 وسفن الأبحاث تتري عليه منتمية لعدد من الدول غير العربية. فكانت أولى المؤشرات لوجود مواقع خارجه عن القياس الحراري لمياه الأعماق عام 1948, وكان إثبات وجود ملوحة أعلى من المعدل في المياه العميقة عام 1959. وكانت زيارات لمواقع الأعماق ذوات الأجاج الحار فيما بين عامي 1963-1967, حيث أمكن تحديد أحواض منفصلة للتركيز الملحي غير العادي، وما يصاحبه من خامات معدنية. وكانت دراسات للتحري عن القيمة الاقتصادية منذ عام 1971 حيث أمكن العثور على ثلاثة عشر موقعا جديدا للتركيز الملحي، المصحوب بترسيبات حديثة معاصرة ومستمرة للخامات المعدنية، وقد قامت تلك السفن الباحثة بتسجيل العديد من البيانات والمعلومات عن أعماق هذه المواقع ومساحات أسطحها وسمكها ودرجة ملوحتها ونسبة ما

تحويه من بعض العناصر. وتشير هذه الدراسات إلى أن انبثاق الأجاج الساخن من قاع البحر قد جرت على فترات عبر نزازات ساخنة. وتختلف المعادن الموجودة في طينات النزازات الملحية اختلافا كبيرا عن الخامات المعدنية العادية، التي يعثر عليها على اليابسة. فالمعادن في تلك النزازات لا توجد في حالة ذائبة، وإنما توجد على هيئة حبيبات دقيقة معلقة. وسنورد هنا نموذجين من تلك الأحواض الملحية ي قاع البحر الأحمر. و يتضح من شكل 18 أهم مواقع الأحواض الملحية العميقة في البحر الأحمر.

حوض أطلنطس 2: به ثلاث طبقات طينية، الواحدة فوق الأخرى، طبقة حديدية مونتموريليتية (بمتوسط سمك 4 أمتار) وطبقة الجوثايت (بمتوسط سمك 5 ,3 متر) وطبقة الكبريتورات (بمتوسط متر واحد). وقد يصل السمك أحيانا لخام هذا الحوض إلى مائة متر.

حوض ديسكفري: به طبقة واحدة، هي طبقة الجوثايت (بسمك عشرة أمتار).. وهلم جرا.. وهناك تفصيلات تقديرية اكثر لخامات حوض الأطلنطس 2، تمت عام 1967 كما في جدول 29.

جدول 29 خامات حوض اطلانطس وكمياتها وقيمة كل منها

الفلز	النسبة %	الكمية بالطن	القيمة بالدولار × 10
حديد	49.0	10^5 × 243.0	
زنك	3.4	10^5 × 29.0	86
نحاس	1.3	10^5 × 10.6	127
رصاص	0.1	10^5 × 8.0	2
فضة	0.0054	10^5 × 45.0	28
ذهب	0.5 مليون	45.0	5
المجموع			248 (حوالي 2.5 ألف مليون دولار)

هذا جزء من كل مما يحويه قاع البحر الأحمر من ثروات معدنية، ولعل ذلك يحتم حث الخطى للكشف والتقييم، والمثابرة في المجالات الهندسية والتكنولوجية تخطيطا وتمكينا من استخراجها.

أساليب للتعاون في مجالات البحث الجيولوجي والاستكشاف المعدني والنشاط التعديني..

برغم أن النشاط التعديني ليس غريبا على الأرض العربية، وبرغم أن الحضارة العربية قد أسهمت في ذلك بقسط وافر وعمل راشد، إلا أن واقع الحال اليوم يؤكد أنه لا غنى للدول العربية في المرحلة الحالية من حياتها، وبصفتها دولا نامية عن الاستعانة بالخبرات المتقدمة تكنولوجيا. وتتمثل هذه الخبرات في معونات فنية أما أن تكون صادرة من إحدى منظمات الأمم المتحدة، أو من إحدى الدول المتقدمة في عالم اليوم.

فبخصوص التعاون في مجال الاستكشاف التعديني هناك مثلا التعاون مع منظمات الأمم المتحدة، حيث بدأت نشاطها في ميدان المعونة الفنية في عام 1946 ببرنامجين، أحدهما البرنامج الموسع للمعونة الفنية، والآخر الصندوق الخاص للأمم المتحدة. ولقد تم توحيد البرنامجين في عام1966، ليصبحا برنامج الأمم المتحدة للتنمية. وعن طريق هذا البرنامج، تقدم الخدمات الفنية للدول النامية على شكل خبراء متخصصين، وأجهزة ومعدات، ثم على شكل تدريب ومساهمة جزئية في التمويل. وتتدرج تحت هذا النوع من المعونة عمليات الاستكشاف التعديني.

وهناك أيضا الوكالة الدولية للطاقة الذرية لتقديم المعونة الفنية في الميادين النووية، ومن بينها البحث عن المواد النووية واستخراجها.. وقد بلغت مساهمات كل الدول لتدعيم الصندوق، الذي يمول مشروعات برنامج التنمية للأمم المتحدة لعام 1974 مثلا مبلغ 5 , 362 مليون دولار، كان أجمالي مساهمات الدول العربية فيها نحو 6 , 3 مليون دولار. أما نصيب الدول العربية من أجمالي المبالغ المخصصة من الصندوق للدول النامية في برنامج التنمية خلال الفترة 1972- 1976 فقد بلغ 5 , 222 مليون دولار، بنسبة5 , 14٪ من أجمالي المخصص لكافة الدولي النامية. ويمكن القول بصفة عامة، إن هذا النوع من التعاون قد أثمر في كثير من الأحوال بمساهمته في دفع

عجلة الاستكشاف، وإدخال نوعيات متقدمة من التكنولوجيا في وسائل البحث الحقلي والمعملي عن الثروات المعدنية، و بإعداد مجموعات من المتخصصين المتدربين في البلاد العربية.

وتخفيفا لعبء المنظمة الدولية، في معاونة الدول النامية في مجالات الاستكشاف التعديني، ونقلا لمسئولية هذا النشاط تدريجيا إلى الدول النامية ذاتها ماليا وفنيا، فقد تكون في عام 1975 صندوق خاص ذو تمويل متجدد Revolving fund لاستكشاف الموارد الطبيعية، و يتبع الأمم المتحدة.

وبموجب هذا النظام يحق للدولة-المنضمة أن تطلب من الصندوق إدراج إحدى مشروعاتها للاستكشاف التعديني ضمن برامجه. وفي حالة قبول الطلب، تقوم الأجهزة الفنية للصندوق بإجراء دراسات ما قبل الصلاحية- Pre Feasibility في منطقة الامتياز التي تخصصها لها الدولة. وكل ما يتم العثور عليه من الخامات موضع البحث، داخل حدود منطقة الامتياز، يعتب رمن الخامات التي تتعهد الحكومات بدفع جزء من قيمتها للصندوق، حسب الشروط المتفق عليها. كذلك تتعهد الحكومات بأن تدفع للصندوق عن كل خام (يكون قد اكتشف ودرس بواسطة الصندوق) عند تشغيله واستخراجه على نطاق تجاري مبلغ 2٪ نقدا من قيمة ما يستخرج من الخام، محتسبا على حالته عند أعداده للتسويق وذلك سنويا لمدة 15 عاما. وتدخل حصيلة هذه المبالغ في تمويل أنشطة جديدة، وهذا سر ومعنى تجدد التمويل، وهناك نوع آخر من التعاون الفني تقدمه إحدى حكومات الدول المتقدمة، أو إحدى الهيئات الحكومية التابعة لها إلى إحدى البلاد العربية. والتعاون في هذه الحالة تعاون تعاقدي مدفوع بالكامل من جانب الدول النامية.

و يقوم تعاون بين الدول العربية في مجالات المسح الجيولوجي والاستكشاف التعديني، وان يكن في معظمه تعاونا فرديا، كطلب خبرات متخصصة عن طريق الإعارة أو الانتداب أو التعاقدات الشخصية، أما التعاون بين الحكومات العربية في مجالات التعدين فما زال محدودا جدا. وتقوم الأمانة العامة لجامعة الدول العربية بتبني عقد مؤتمرات عربية للثروات المعدنية، لتنسيق المعرفة والأنشطة بين الدول العربية. وكان آخر تلك المؤتمرات وثالثها في الرباط عام 1977 وجميعها تهدف أساسا إلى تنمية الثروات المعدنية في الوطن العربي.

مراكز البحوث الجيولوجية:

وأما بخصوص الأجهزة والمراكز الدولية والعالمية التي تقدم المعونة في مجالات البحث الجيولوجي والنشاط التعديني بصفة عامة، فانه يمكن لمثل هذه الأجهزة أن تندرج تحت قسمين رئيسيين، من حيث نوعية النشاط الذي تباشره وهما:

1 - أ-أجهزة ومراكز تعمل في مجالات البحوث الجيولوجية، مثل:

اتحاد المساحات الجيولوجية الأفريقية (اسجا): Association Des Service geolgiques Africains أنشأ هذا الاتحاد في عام 1931 في فرنسا، ثم نقل مقره للقاهرة في يناير 1976. وقد قام هذا الاتحاد أساسا للتعريف بجيولوجية القارة الأفريقية وثرواتها المعدنية. ومن أهم إنجازات هذا الاتحاد طبع الخريطة الجيولوجية المجمعة للقارة الأفريقية على أساس استخدام الخريطة الجيولوجية الإقليمية التي تقدمها الدول الأعضاء، مع تكليف خبراء من قبل الاتحاد بتجميعها وتوحيدها، كذلك يجري إعداد خرائط تكتونية، ومعدنية، وهيدروجيولوجية، وللصخور المتحولة، وغير ذلك لكل القارة مع إصدار مطبوعات وتقارير علمية متخصصة.

2- الجمعية الجيولوجية الأفريقية (جسا): Geological Survey. of Africa G.S. تكونت A عام1971 بقصد تعميق المفاهيم وقيام حوار، وتنشيط العمليات في كل ما يتعلق بالبحث الجيولوجي في القارة الأفريقية.

3- الاتحاد الدولي للعلوم الجيولوجية international Union of Geological Sciences مقره في هولندا، وتشترك فيه معظم دول العالم من خلال أجهزة في المساحة الجيولوجية والجامعات والمراكز والمعاهد المتخصصة في علوم الأرض. ومن أهم أعماله عقد المؤتمر الجيولوجي الدولي، الذي ينعقد كل أربع سنوات في إحدى الدول المشتركة، و يعتبر هذا المؤتمر أهم حدث جيولوجي، يتكرر كل أربع سنوات على مستوى العالم، وفيه تناقش وتعرض البحوث المختلفة في كافة فروع علوم الأرض.

4- منظمة اليونسكو UNESCO

يوجد من بين نشاطاتها المختلفة ما يتعلق بعلوم الأرض فهي تشرف فنيا وماليا على لجان للخريطة الجيولوجية، والتركيبية والمعدنية، وكذلك لجنة

الإنسان والبيئة. وتتعاون منظمة اليونسكو مع المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، التابعة لجامعة الدول العربية، فيما يتعلق بعلوم الأرض من تطبيقات وتكنولوجيا.

ب-أجهزة ومراكز عاملة في مجال النشاط التعديني مثل:

١- المعهد الدولي للفوسفات institute Mondial De phosphate تأسس عام 1973, في باريس بفرنسا بعضوية أهم الشركات المنتجة للفوسفات في العالم، مثل: المغرب-الجزائر-الأردن-تونس-سوريا-أمريكا-البرازيل-السنغال-توجو-فرنسا، ويهدف هذا المعهد إلى تشجيع وتطوير استخدام الأسمدة المستخرجة من الفوسفات الطبيعي، مع تشجيع البحوث ومواصلة الجهود، للتنمية. ونشر التوعية الكاملة، بشأن استخدامات الفوسفات.

2- الاتحاد الدولي لصانعي السوبر فوسفات ومركباتها

International Superphosphate and Compound. Manufacturers Association

مقره إنجلترا، و يضم الشركات المصنعة لخام الفوسفات الطبيعي، و يرعى مصالحها.

3- اتفاقية القصدير الدولية International Tin Agreement

قامت عام 1956, بهدف تمكين الدول المنتجة لخام القصدير، من اتخاذ أي موقف موحد فيما بينها، تجاه الدول المستهلكة للمعدن.

4- مجموعة دراسة الرصاص والزنك Head Zinc Study Group قامت على نمط سابقتها عام 8591, بلندن، ولنفس الهدف.

5- ولذات الغرض، قامت نوعيات أخرى من الاتحادات التي ترعى مصالح الدول المنتجة لخامات بذاتها، مثل المجلس الحكومي للدول المصدرة للنحاس C.i.P.E.C والاتحاد الدولي لمنتجي الزئبق. A.S.S.I.M.A.R ومنظمة الأوبك الدولية والعربية لرعاية مصالح الدول المنتجة للبترول، عالميا وعربيا، وتنظيم العلاقات بين الاستهلاك والإنتاج.

ملحق: ١- الخامات الاقتصادية المستغلة في الوطن العربية وأهم مناطق تواجدها:

١- البترول: السعودية-الكويت-الجزائر-العراق-ليبيا-أبو ظبي-سوريا-قطر-مصر-مسقط-دبي-البحرين-تونس-الشارقة-فلسطين-المغرب.

2- غاز طبيعي: الجزائر-ليبيا-مصر-فلسطين-السعودية-سوريا-تونس-العراق-الكويت-البحرين-أبو ظبي-دبي-الشارقة.

3- الفوسفات: المغرب-تونس-الجزائر-مصر-الأردن-فلسطين-سوريا.

4- الحديد. الجزائر-مصر-موريتانيا-المغرب-فلسطين.

5- الرصاص والزنك: تونس-مصر-الجزائر.

6- المنجنيز: مصر-الجزائر-المغرب-السودان.

7- النحاس: تونس-مصر-موريتانيا-السودان-فلسطين.

8- الملح: مصر-ليبيا-تونس-الجزائر-المغرب-موريتانيا-السودان-الصومال-فلسطين-الأردن-لبنان-سوريا-العراق-الكويت-اليمن-السعودية.

9- الجبس: ليبيا-السعودية-الصومال-مصر-فلسطين-الأردن-لبنان-سوريا-العراق-الكويت-اليمن-أبو ظبي.

10- الكبريت: مصر-العراق-ليبيا-فلسطين-سوريا-الكويت-ا لسعودية.

11- بوتاس: فلسطين-الأردن-ليبيا.

12- رمال بيضاء. مصر-فلسطين-سوريا-لبنان-العراق.

13- اسبستوس: مصر-الجزائر.

14- بارايت: الجزائر-مصر-المغرب.

15- الخزف والحراريات: فلسطين-مصر-الجزائر.

16- الذهب: مصر-السودان.

17- النطرون: مصر-السودان-الجزائر-ليبيا.

18- عناصر نادرة ومعادن مشعة: تونس-مصر.

19- المولیبدنم: المغرب-مصر.

20- الفحم: الجزائر-المغرب.

21- فلورايت: تونس.

22- فضة: تونس.

23- كروم: مصر-السودان.

24- كوبالت: المغرب.

25- ميكا: السودان.

26- الزئبق: تونس.

27- الأنتيمون: الجزائر.

28- الطلق: مصر.

ملحق: 2- الدول العربية وأهم الخامات الاقتصادية المستغلة فيها:

يوضح شكل 19 توزيع المعادن الاقتصادية في الوطن العربي وفيما يلي بعض التفصيلات:

أ-الدول العربية في أفريقيا:

مصر: حديد-فوسفات-بترول-منجنيز-رصاص-زنك-رمال سوداء-كاولين-كروم-جبس-ملح-صودا-أسمنت-باريت-طلق-نطرون.

ليبيا: بترول-جبس-ملح-بوتاس-نطرون-أسمنت.

تونس: فوسفات-حديد-رصاص-زنك-زئبق-فلورايت-بترول-نحاس.

الجزائر: بترول-غاز طبيعي-فوسفات-حديد-منجنيز-فحم-رصاص-زنك-نحاس-انتيمون-أسمنت-جبس-ملح.

المغرب: فوسفات-حديد-منجنيز-رصاص-زنك-فحم-كوبالت-موليبدنم-باريت-عناصر نادرة: أسمنت-جبس-ملح.

موريتانيا: حديد-نحاس-رمال سوداء-فوسفات-ملح.

السودان: ذهب-منجنيز-نحاس-كروم-ميكا-جبس-أسمنت-ملح.

الصومال: الجبس-الملح-رمال سوداء-جوانو-أسمنت.

ب-الدول العربية في آسيا:

فلسطين: ملح-بوتاس-فوسفات-بترول-أسمنت-كاولين-حديد-نحاس-كبريت.

الأردن: فوسفات-ملح-بوتاس-رخام-أسمنت.

لبنان: أسمنت-رمل زجاج-ملح.

سوريا: بترول-فوسفات-كبريت-رمل زجاج-ملح-أسمنت-جبس.

العراق: بترول-غاز طبيعي-كبريت-رمل زجاج-ملح-أسمنت.

الكويت: بترول-ملح-أسمنت.

البحرين: بترول-مواد بناء.

قطر: بترول-أسمنت.

أبو ظبي: بترول.

دبي: بترول.

الشارقة: بترول-ملح.

مسقط وعمان: بترول-جوانو.

الجمهورية العربية اليمنية: ملح-أسمنت-جبس-مواد بناء.

جمهورية اليمن الشعبية: ملح.

المملكة العربية السعودية: بترول-غاز طبيعي-جبس-ملح-أسمنت-مواد بناء.

٩ البدائل والاستراتيجية

البدائل:

ربما تكلمنا عن البدائل من ناحيتين:

بدائل مكانية، وبدائل ذاتية.

ففي مجال الحديث عن البدائل المكانية، نقول إن الإنسان دأب منذ وجوده على سطح الكرة الأرضية وحتى اليوم على استغلال الثروات المعدنية من اليابسة، على السطح أو تحت السطح، حتى وضعت اليوم لكل مفردة من مفردات تلك الثروات خرائط وأعمار، تطول أو تقصر، كالبترول والحديد والفحم، وما إلى ذلك و يوضح شكل-. 2 الأهمية النسبية لمصادر الطاقة حتى نهاية القرن الحالي ولكن واقع الحال يبين أن في مياه البحار وتحتها من الثروات المعدنية ما لم يقدر حتى اليوم حجما ولا كما. وقد يكون في توجيه الاستكشاف تلك الوجهة فاتحة خير وأمل في مصادر للثروات المعدنية، تزيد من الآجال الموضوعة وتطيل في أعمار لها قدرها علماء البشر.. وهانحن نرى اليوم قيعان المحيطات وقد تفتحت عن العديد من تلك الثروات، واتت المجسات ببشرى تواجدات بترولية على أعماق في البحار كبيرة، وتحت ثلوج تجمعت خلال قرون في بقاع من العالم لم ترمن قبل

مستكشفا، ولم تطأها قدم باحث.. فلعل في البدائل المكانية باب خير ونافذة أمل للإنسانية حيث تضاف لرصيدها من الثروات المعدنية.

أما في مجال الحديث عن البدائل الذاتية فهذا معناه إيجاد مادة أخرى غير تلك التي تعد من مفردات الثروات المعدنية، تؤدي الغرض، ويستعاض بها عنها.. ولقد وجدت بدائل فعلا، وسيمضي العلم وتمضي التكنولوجيا في إيجاد بدائل أخر. ولن تتوقف الحياة بانتهاء هذا أو بنفاد ذاك، فالحياة مستمرة حتى يأتي الله وهو بكل شيء عليم.

بدائل الطاقة:

فمثلا نجد بدائل في مجال الطاقة..

فمصادر الطاقة الكبرى اليوم هي من الوقود المعدني: البترول والغازات والفحم وهي المصادر التقليدية للطاقة. وبالنسبة للبترول فان معدلات استهلاكه، قفزت من 4 بلايين البراميل في عام 1950 إلى ما سوف يقرب من 35 بليون برميل في عام 1980. ولذلك فان استمرار زيادة استهلاكه بتلك المعدلات قمينة بأن تؤدي إلى سرعة استنفاذ كل البترول المعروف في العالم، سواء المؤكد وجوده وهو 650 بليون برميل، أو المتوقع اكتشافه، وهو اكثر من 1000 بليون برميل ومع ذلك فانه من المتوقع حتى نهاية هذا القرن أن يقل اعتماد العالم على البترول كمصدر رئيسي للطاقة حيث ثبت أنه يكون اكثر فائدة اقتصاديا إذا ما تم تصنيعه إلى منتجات بتروكيميائية، لا تتعدى نسبة البترول المستخدمة فيها حاليا 3- 4٪ من أجمالي البترول المستخرج، وهي اكثر كفاءة في العائد الاقتصادي البترولي عنها في استخدامها كطاقة.

الانشطار النووي:

بشكل عام فان المصادر التقليدية للطاقة والآخذة في النضوب لا يمكن الاعتماد عليها إلى ما لانهاية، ومن ثم فلا يمكن تجاهل المصادر غير التقليدية، وأما الطاقة النووية الانشطارية، والتي دخلت حياة الإنسان منذ الأربعينات، كبديل لتلك المصادر التقليدية. وقد تطورت تصميمات ومبادئ المفاعلات الذرية، وتعددت وأصبح هناك عدة أنواع من مفاعلات الانشطار النووي، التي بمقدورها أن تمد الإنسان بطاقة كبيرة، يمكن تحويلها إلى

كهرباء. ومن الجدير بالذكر أن الطاقة التي تنتج من عملية الانشطار النووي، تتحول أول الأمر إلى طاقة حرارية، يمكن تسخيرها لخدمة كافة الأغراض. ويمكن إنتاج الطاقة النووية من أنواع المفاعلات الآتية:

1- مفاعلات الاحتراق، مفاعلات الماء المغلي ومفاعلات الماء المضغوط، ومفاعلات الماء الثقيل، ومفاعلات الغازات العادية، ومفاعلات الغازات ذات درجات الحرارة العالية.

2- مفاعلات التوليد، وهي ما تمكن من الاستفادة الكلية من الطاقة النووية. والمقصود بمفاعلات التوليد أنها هي المفاعلات التي تنتج مواد انشطارية اكثر مما تستهلك-، وهي تنقسم إلى مفاعلات توليد سريعة وأخرى حرارية، فمفاعلات التوليد السريعة يمكن فيها توليد البلوتونيوم 239 من اليورانيوم 238 أو اليورانيوم 233 من الثوريوم 232. أما مفاعلات التوليد الحرارية فانه يمكن فيها فقط توليد اليورانيوم 233 من الثوريوم 232. وتستطيع مفاعلات التوليد هذه أن تمدنا بمصدر للطاقة، يحقق أحسن وأفضل استخدام للمواد النووية الموجودة في الطبيعة.

الاندماج النووي:

وإذا ما اعتبرنا العناصر المشعة-إلى جانب المصادر التقليدية للطاقة هي جميعا من مفردات الثروات المعدنية التي نبحث لها عن بدائل، فلأن ذلك يجرنا للحديث عن مجال الاندماج النووي، للوصول إلى الطاقة. فقد ازداد أخيرا المجهود العالمي الهادف لتسخير الطاقة الهيدروجينية لأجل الإنسان والسلام، مع ظهور أهمية البحث عن وقود يكفي العالم بعد النضوب المتوقع للموارد التقليدية، والشح الذي سيصيب الثروات المعدنية ككل. وفي سبيل تلك الأبحاث فانه أصبح متوقعا أن يتم بناء أول مفاعل اندماجي تجريبي في عام 1985, وأن يبدأ الإنتاج الصناعي لهذه المفاعلات كمصدر جديد للطاقة، قبل نهاية هذا القرن. أنها بدائل يجتهد العلم في البحث عنها، عوضا عن أنواع الوقود التقليدية المختلفة، الآذنة بنفاد، خاصة وأن الاتجاه إلى المفاعلات الذرية التقليدية، التي أشرنا إليها، لن يكفي لسد حاجة موارد الطاقة الكبيرة التي يتطلبها التقدم والتطور الإنساني المستمر في العالم كله.

وحيث أن الهيدروجين الثقيل الموجود بوفرة في مياه المحيطات قد نجح

استعماله كوقود للقنبلة الهيدروجينية، ذات الطاقة التدميرية العالية، معطيا النموذج للحصول على مصدر للطاقة لا حد لها، فقد اتجه البحث العلمي حديثا إلى محاولة إيجاد طرق لاستئناس تلك الطاقة اللانهائية لخدمة الإنسان، وذلك بتحويل الهيدروجين إلى الحالة الرابعة للمادة-(الحالات الثلاث هي الصلبة والسائلة والغازية) والمسماة بالبلازما. ودراسات هائلة كهذه، ومشروعات تكاد تكون خرافية في النفقة والكلفة لا تستطيع دولة أن تقوم بها على انفراد، لهذا تجمعت الدول الأوروبية كلها لتوحيد جهودها البشرية والمادية والمالية، لتتمكن من مسايرة القوتين العظميين في هذا المجال وغيره من مجالات الطاقة المستحدثة.. فيا ليت شعري من أولى بالاتحاد والتجمع منا يا عرب، لنساير ونمضي في الركب دون التعرض للاحتكارات والضغوط الخارجية ؟ !

وبشكل عام، ينقسم المجهود العالمي في مجال الاندماج النووي إلى اتجاهين:

1)اتجاه يحبذ أجهزة تستخدم المجال المغناطيسي لاحتواء البلازما للفترة الزمنية اللازمة.

2) اتجاه يحبذ أجهزة تستخدم شعاع الليزر، لتسخين البلازما بدون الحاجة إلى احتواء البلازما الناتجة.

وبينما يغلب على المجال الثاني عامل السرية الناتج عن الحاجة إلى أجهزة ليزر قوية تستخدم في المجالات الحربية، فان دول العالم تقريبا قد اتفقت على التعاون في المجال الأول لطابعه السلمي الواضح. وقد اتضح مما تم من أبحاث حتى اليوم عدم نجاح المشروعات التي حاولت احتواء البلازما في مجالات مغناطيسية ثنائية الأطراف، واتجه المجهود العالمي في معظم المعامل إلى تركيب أجهزة توجد بها البلازما على شكل حلقة، حيث أن هذا يمنع هروبها من الأطراف. وقد نجح هذا الجهد في حالة جهاز «التوكاماك»، في الوصول إلى مرحلة متقدمة جدا، في طريق الحصول على الطاقة من البلازما.

ديناميكا مغناطيسية الموائع:

ولم يقتصر بحث العلم في إيجاد بدائل للمصادر التقليدية للطاقة على

ما ذكرنا بل هناك أيضا توليد الطاقة باستخدام ديناميكا مغناطيسية الموائع، ووسائل تطبيقها لتحسين كفاءة توليد الطاقة الكهربية، وديناميكا مغناطيسية الموائع فرع جديد من فروع البحث والعلم يتطور بسرعة هائلة، ويقوم أساسا على الدراسات التي تجمع بين نظرية المجالات الكهرومغناطيسية ومائع معين (أما غاز متأين أو معدن منصهر، قابل لتوصيل الحرارة والكهرباء)، ودراسة التأثيرات المتبادلة التي قد تحدث عند انسياب هذا المائع في وجود المجالات الكهرومغناطيسية، ومن المعروف أن المجال المغناطيسي الخارجي يؤثر على حركة المائع، كما أن المائع الموصل للكهربية-سواء كان معدنا سائلا أو غازا متأينا-أثناء حركته في المجال المغناطيسي الخارجي يؤدي إلى توليد قوة دافعة كهربية، يمكن الاستفادة منها في دفع التيار الكهربي عبر أي حمل كهربي خاص، وبذلك ففي مقدورنا أن نتصور أن الطاقة الكهربية يمكن الحصول عليها من المولد الهيدرومغناطيسي، ومن هذا التصور قد يبدو الفارق الهام بين المولدات الكهربية العادية، والمولدات التي تعمل بنظرية ديناميكا مغناطيسية الموائع، حيث أن الأخيرة لا يوجد بها أي أجزاء ميكانيكية تدور، أو أي فقد ناشئ أثناء الحركة، وإذا نظرنا للمولدات الهيدرومغناطيسية على أنها وسيلة حديثة لتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربيه فانه. طبقا لنظريات الديناميكا الحرارية، فان كفاءة التحويل في المولدات المعروفة حاليا في المحطات الحرارية لا تتجاوز35٪ في الحالات المثالية، بينما تصل كفاءة التحويل في المولدات الهيدرومغناطيسية إلى نحو 60 ٪. وهذا معناه خفض تكاليف الإنتاج إلى النصف أو استخدام نصف القدرة الحرارية، لإنتاج نفس الكمية من القدرة الكهربية وبعبارة أخرى ففي استهلاك مصادر الطاقة إلى النصف، أو ضغط مصادر الطاقة وإطالة عمرها إلى الضعف، مع خفض نسب التلوث طبعا.

الطاقة الشمسية:

الطاقة الشمسية عبارة عن موجات كهرومغناطيسية، تنبعث من الشمس في درجة حرارة 56000 درجة مطلقة. وتبلغ طول هذه الموجات بين 3 ,0 إلى 20 ميكرون. يصل حوالي 90٪ من هذه الطاقة في المدى من 3 ,0 إلى 3

ميكرون، والطاقة الشمسية طاقة نظيفة لا تترك أي ملوثات ضارة بالبيئة. فهي إذن مصدر مثالي للطاقة، وان كان هناك عيبان أساسيان هما: .

1- أن الطاقة الشمسية مخففة، بمعنى أن كمية الطاقة الشمسية تعادل 190 وات للمتر المربع في 24 ساعة فقط.

2- أنه يجب اختزان هذه الطاقة نظرا لفترة الليل أو تواجدات السحاب.

وتقوم الدول اليوم بأبحاث لتطوير استخدام الطاقة الشمسية وقد قدر أن الطاقة الشمسية الواقعة على 1٪ فقط من مساحة الولايات المتحدة تكفي جميع احتياجاتها من الطاقة، وفي العالم العربي حبانا الله سبحانه وتعالى بأكبر قدر من الطاقة الشمسية القابلة للاستغلال في العالم، وهو 4000 ساعة سنويا، بطاقة تبلغ واحد كيلووات على المتر المربع.

وتجري الآن عمليات تطوير استخدام الطاقة الشمسية، فهناك اقتراح باستخدام قمر صناعي له جناحان، مساحة كل منهما 17 كيلومترا مربعا، منها 32 كيلومترا مربعا تغطي بخلايا كهروضوئية، ويوضع هذا القمر على المدار الاستوائي بارتفاع 35800 كيلومتر، بحيث يمكنه توجيه ما بين ثلاثة آلاف إلى 15000 ميجاوات من الطاقة الكهربية، ترسل بواسطة الموجات المنتهية الصغر (ميكروويف) ، ومحطة أرضية لاستقبال تلك الموجات، وتحويلها إلى طاقة كهربية. ولكن ارتفاع تكاليف هذا الاقتراح يجعل تحقيقه علميا وعمليا بالغ الصعوبة في الوقت الحالي. حتى لقد قدر أن تحقيقه يحتاج إلى خمسين عاما..

تم اقتراح ثان في ذاك السبيل هو تغطية 12800 كيلومتر مربع بمرايا لتجميع حرارة الشمس في صحراء واسعة لتسخين المياه وتحويلها إلى بخار، لإدارة توربينات لتوليد الكهرباء، بكفاءة تصل إلى 5 ٪ ولقد وجد أنه لتوليد ألف ميجاوات نحتاج إلى 95 كيلومترا مربعا مغطاة بالمرايا.. ولكن ذلك أيضا بسبب تكاليفه يعتبر أمرا صعب التحقيق. ولكن البحث لا يقف أمام المشاكل، ولا يعرف العوائق، وان تعثر اليوم فإلى نهوض في الغد.. ثم انطلاق..

غاز الأيدروجين كمصدر للطاقة:

يحتاج العالم اليوم وهو في سبيل بحثه عن بدائل لمصادر طاقة أخرى،

في صور غير صور الكهرباء التي لها عيبان أساسيان، هما عدم إمكانية تخزينها، والتكاليف الباهظة لنقلها. ومن المعروف أن 75٪ من جميع أنواع الوقود يحترق مباشرة، و25٪ من جميع الوقود يحول إلى كهرباء بكفاءة تصل إلى 30- 40٪. وبالتالي فانه بالنسبة للمستهلك النهائي فليس أكثر من 8٪ من جميع أنواع الوقود يتحول إلى كهرباء، لكل ذلك فان غاز الأيدروجين يعتبر من خير البدائل بل يعتبر وقودا مناسبا ومكملا للكهرباء، قرب نفاد وقود الحفريات، والاتجاه السائد اليوم هو استخدام الأيدروجين كوقود بديل للوقود السائل في السيارات للأسباب الآتية:

1- توافر الأيدروجين في الماء، والماء في الأنهار والبحار والمحيطات رصيد لا ينفذ.

2- عدم إضراره بالبيئة، لأنه باحتراقه يعطي الماء، بخلاف البترول والفحم والغاز، حيث يتولد عنها غازا أول وثاني أكسيد الكربون، بالإضافة إلى أكاسيد الكبريت.

ولقد قدرت الطاقة الحرارية لكل كيلوجرام من الأيدروجين بنحو 116 ألف وحدة حرارية بريطانية، بينما تبلغ هذه الطاقة 49 ألف وحدة حرارة بريطانية لكل كيلوجرام من الغازات الطبيعية، أي أنه يلزم استخدام ثلث كيلوجرام من الأيدروجين لإعطاء نفس القيمة الحرارية المنتجة لكل كيلوجرام من الغازات الطبيعية. وبجانب أن الأيدروجين ينتج طاقة حرارية تستغل كوقود، فانه يستخدم كذلك كعامل مختزل، وفي العمليات الصناعية وفي خلايا الوقود وفي السيارات بدلا من البنزين. وهناك اليوم العديد من الدراسات التي تتم على تكنولوجية إنتاجيته ونقله وتخزينه.

بدائل المعادن:

بجانب كل ما ذكرنا هناك بدائل للطاقة أخرى تتمثل في خلايا الوقود، وطاقة الرياح، وطاقة المحيطات والبحار.. الخ ولم تفرغ، ولن تفرغ جعبة العلم والتكنولوجيا من تقديم البدائل، حتى لنجد اليوم أعظم بديل للمعادن بدأ يغزو الميدان وهو مادة البلاستيك.

وقبل أن نتناول شيئا عن البلاستيك، نلفت النظر إلى أنه من داخل مفردات الثروة المعدنية ذاتها يمكن أن تحل معادن موجودة بوفرة كبدائل

عن معادن أخرى شحيحة أو قاربت النضوب. ومن ذلك مثلا الألمنيوم، والذي يمكن أن يقال بحق إننا في عصر الألمنيوم أن جاز ذلك في هذا الزمان الذي لا يعرف الاقتصار على فلز أو مادة بعينها. فالألمنيوم واسع الانتشار في الأرض وهو اليوم بديل لكثير من المنتجات الحديدية والنحاسية وغيرها كثير..

البلاستيك:

يقال بحق إنه إذا كان القرن العشرون هو عصر العلم والتكنولوجيا فان إحدى الظاهرات العلمية المهمة فيه هي البلاستيك (المسلح) باعتباره مادة هندسية بديلة للكثير من المعادن، ناهيك عن استخدامه في الحياة اليومية والمعيشية للإنسان. و يطلق اسم البلاستيك بشكل عام على العديد من المواد الجديدة نوعا، والتي أريد لها أن تكون بديلا، وأن تحل محل المواد التقليدية، ولعل الباعث على اختيار اسم البلاستيك هو أن تلك الكلمة مشتقة من اللفظة اليونانية «بلاستيكوس» بمعنى قابل للتشكيل. حقا أن القابلية للتشكيل هي أخص خصائص تلك المواد الجديدة..

وقد دعت الحاجة إلى صناعة مواد البلاستيك خلال الحرب العالمية الثانية، ثم تطورت بعد ذلك بفضل الجهود التي بذلها رجال العلم والصناعة في الدول المتقدمة لتعزيز البحوث العلمية في هذه الصناعة، وأنفقت الأموال الطائلة عليها استغلالا لمزايا تلك المواد الجديدة. وكان من ثمرات هذه الجهود أن اهتدى علماء الكيمياء إلى تقليد الجزيئات الضخمة الموجودة في بعض المواد العضوية والتي تبني منها مواد البلاستيك، وذلك بإجراء اتحاد بين الجزيئات البسيطة للمواد الكيميائية الناتجة من التقطير الإتلافي لفحم ومن عمليات تكسير البترول. و بالرغم من أن احتياج الإنسان لمواد الفحم والبترول في أغراض القوى والوقود قد يحد من استعمالهما كمواد خام في الصناعات الكيميائية لمواد البلاستيك فان الأمل كبير في أن استخدام القوى الذرية على نطاق تجاري اقتصادي في أغراض القوى والوقود والطاقة سيوفر للإنسان قسطا كبيرا من الفحم والبترول، يوجهه لصناعة مواد البلاستيك، فيزدهر شأنها، وتقل بذلك نفقاتها، وتأخذ مكانتها كمادة تشكيلية تتفوق بصفاتها على كثير من المواد التقليدية القديمة.

وذلك ما عنيناه بالفعل عند الحديث عن بدائل للبترول كمصادر للطاقة حتى يحتفظ الإنسان بما لديه من رصيد بترول لصناعات أجدى وأنفع للبشرية من مجرد حرقها للحصول على طاقة..

وتولي الدول المتقدمة اهتماما كبيرا بدراسة البلاستيك كمادة إنشائية خاصة في مجال الوحدات الجاهزة الصنع وأعمال البناء الأخرى كالبويات والأرضيات والمواسير والأدوات الصحية ومواد العزل الحراري والكهربائي والصوتي، بما يوفر ويحل محل العديد من المعادن..

ولقد ثبت أن البلاستيك يحتل في العديد من الدول مكانا ممتازا يجيء في المرتبة التالية بعد الخرسانة والأخشاب والمعادن و يعتبر مادة بناء المستقبل.

وللحديث عن مصادر البلاستيك نقول إن العناصر الكيميائية كالكربون والأوكسجين والأيدروجين والنيتروجين والتي تمثل المكونات الأساسية للهواء والماء الفحم والبترول يمكن فصلها على شكل مواد كيميائية بسيطة ثم جعلها تتحد مع بعضها، لتعطي الجزئيات الضخمة لمواد جديدة مختلفة على رأسها أنواع البلاستيك المتعددة، ونجد مثل هذه الجزئيات الضخمة في الطبيعة في بعض المواد العضوية، والتي يمكن اعتبارها من المصادر الأساسية لإنتاج البلاستيك بجانب الفحم والبترول، وفيما يلي التقسيم العام للمصادر الأساسية للبلاستيك:

1- مواد عضوية طبيعية ذات أصل نباتي أو حيواني من أهمها : السليلوز وهو المكون الأساسي لجدر الخلايا النباتية. ويحتوي زغب القطن على نسبة كبيرة منه و يستخلص منه البلاستيك بعمليات النترته Nitration المعروفة.

والبروتينات المعقدة وتوجد في الفول السوداني وحبوب البن كما توجد في الذرة وتسمى «الزين» وفي لبن البقر وتسمى «الكازين».

2- الفحم. ينتج من عمليات التقطير الإتلافي للفحم مواد كيميائية بسيطة مثل غاز الفحم والنوشادر وقطران الفحم، والأخير أهم مصدر لإنتاج مواد البلاستيك وذلك بعمليات البلمرة الإضافية أو التكاثفية.
(Additional and Condensation Pobymerizations

سيجيء شرحها فيما بعد) ومن أنواعها البلاستيك الفينيلي و بلاستيك

السترين.

3- البترول: ينتج من عمليات تكسير البترول مجموعة من الغازات الأيدروكربونات الدهنية وهي الميثان والاثيلين والبروبيلين والبوتيلين. و بعمليات كيميائية مختلفة يستخرج من هذه الغازات عدد كبير من المواد الأساسية في صناعة البلاستيك مثل غاز الاسيتيلين.

وقد أخذ الباحثون في الكشف عن هذه المصادر منذ أواخر القرن الماضي، حيث كان تاريخ اكتشاف أولها وهو نترات السيليلوز سنة 1868 وآخرها كلورينتيد بولي أثير سنة 1959.

عناصر البلاستيك:

يعتبر البلاستيك من المواد التخليقية، إذ يعمد الإنسان في الغالب إلى تكو ين جزيئاتها من مواد كيميائية. ولتعدد مصادر هذه الجزيئات فان مواد البلاستيك أصبحت لكثرتها تجاوز الحصر، ولكنها بالرغم من كثرة أنواعها وتعدد صورها تتكون من العناصر الأساسية الآتية:

1 - الراتنجات: Resins

وهي مواد من أصل عضوي أساسها الكربون، وتمتاز بأنها ذات وزن جزيئي مرتفع يبلغ مئات الألوف. و يطلق على الجزء الواحد منها اسم منومر Monomer وتنتظم جزيئاتها في شكل سلاسل طويلة تسمى بلمرات Polymers، وتوجد هذه السلاسل الطويلة أما في الطبيعة في بعض مواد عضوية كزغب القطن، أو تصنع من مواد كيميائية خاصة، وذلك بإجراء اتحاد كيميائي بين جزيئاتها القصيرة التي تعرف بالأحاديات فتنتج السلاسل الطويلة أي البلمرات. وإذا حدث الاتحاد بين أحاديات من مواد مختلفة سميت بلمرات متآزرة أو متكاتفة. و بفضل هذه السلاسل الطويلة تنساب تلك المواد بالحرارة وتتشكل بالضغط دون أن يطرأ على تركيبها أي تغيير وتظل محتفظة بشكلها بعد تبريدها وإزالة الضغط عنها، كما تمتاز هذه المواد بأنها عديمة اللون وهي في حالتها النقية. ومن أنواع الراتنجات «البولستر، الفينول، الابوكسي»

Polyesters phenol and Epoxies

2- المواليء :Fillers

وهي مواد تضاف إلى الراتنجات لتزيد من قوتها وتخفض من ثمنها وخاصة عند استخدام البلاستيك في الأغراض الإنشائية، كما أنها تقلل المسامية والانكماش للبلاستيك ومن أمثلتها كربونات الكالسيوم، الميكا ، السليكا، والأسبستوس.

3- الملدنات Plasticizers and Plastic Laminations

وهي مواد لينة تستخدم كمشحم للراتنجات، فتساعد على سهولة تشكيلها أو تعديل خواصها كالمرونة والصلابة ومقاومة الماء أو الجو أو العفن وعدم القابلية للاشتعال والخواص الكهربائية. ومن أنواع الملدنات المشهورة المادة التي يطلق عليها كلوريد بوليفينيل (P.V.C) كما تستخدم الأكاسيد المعدنية مثل أكاسيد الحديد الأحمر وأكسيد الكروم.

ومما تقدم يمكن أن نخلص إلى تعريف البلاستيك في هذه الصورة المبسطة:

«البلاستيك مادة تتكون من ثلاثة عناصر أساسيه هي الراتنجات ذات الوزن الجزئي المرتفع، والمواليء، وبعض الملدنات، تنساب بالحرارة والضغط دون أن يتغير تركيبها فتسهل صياغتها في أشكال مختلفة، وتجمد على أشكالها بعد إزالة الحرارة والضغط عنها، ولونها في حالة نقائها أبيض شفاف»

أقسام البلاستيك:

ترتبط جزيئات مواد البلاستيك من أطرافها في شكل سلاسل قوية تتحرك بالحرارة، وتبتعد عن بعضها البعض، وتنزلق بالضغط أمام بعضها البعض لتتخذ مواضع جديدة. ويمكن إعادة تليين بعض هذه المواد بالحرارة فتأخذ أشكالا جديدة و بعضها لا يمكن إعادة تليينه لحدوث تغيير كيميائي في تركيبها بعد التليين الأول، ومن ثم يمكن تقسيم مواد البلاستيك على النحو الآتي:

(1) الثرموبلاستيك Thermoplastics

وهي مواد تلين بالتسخين وتتجمد بالتبريد، ويمكن إعادة تشكيلها عدة

مرات بتناوب تسخينها وتبريدها مع مراعاة إلا تصل الحرارة المستخدمة إلى درجة التحلل، كما أنها تتشكل في سهولة عند درجات حرارة لا تتجاوز المائة مئوية ولا تحتاج إلا لقدر بسيط من الضغط، وتقدم للتشغيل علي هيئة ألواح وقضبان وأنابيب وأشرطة وأفلام ورقائق ومساحيق، وتختلف صلابتها إما بسبب تركيبها الذاتي مثل متعدد الإثيلين فهو مطاطي، وأما بسبب إضافة بعض المواد الملينة مثل المادة المعروفة باسم كلوريد بوليفينيل (P.V.C) وتجري عليها كل أعمال التشغيل التي تجري على المعادن مثل الثقب والخراطة.. الخ. ويمكن أن نلصق بها مواد مشابهة باستعمال المذيبات، وكذلك يمكن لحمها بواسطة الحرارة، أو صقلها باستعمال الأنواع اللينة من مواد الحك.

ومن أمثله هذه المواد وفقا لمسمياتها الكيميائية والتجارية.

1- البلاستيك السليلوزي: سليلوز القطن.
2- البلاستيك النيتروسليلوزي: زيلونيت. سليلويد.
3- خلات السليلوز: سيلاستين. سيلامولد.
4- البلاستيك الفينيلي: متعدد الاثيلين. متعدد السيترين.
5- البلاستيك الفلوري.
6- متعدد الأميد: النايلون:

(ب) الثرموست Thermostes:

وهي مواد تلين بالتسخين ولكنها تتصلب نهائيا بالتبريد، إذ أن التسخين الأول يحدث بها تفاعلا كيميائيا يربط سلاسلها تبادليا بروابط قوية تمنع انزلاقها ومن ثم لا تنساب بعد ذلك بالحرارة أو الضغط، وترابطها الوثيق يمنع المذيبات من تفريقها، ولذا تصلح للاستعمال عند درجات الحرارة المرتفعة نسبيا، وتقدم للتشغيل على هيئة مساحيق وراتنجات سبك ورقائق، وتمتاز بخواصها الكهربائية الجيدة وأثمانها المنخفضة وقوتها ومقاومتها للزحف والكيميائيات.

ومن أمثلة هذه المواد وفقا لمسمياتها الكيميائية والتجارية:

1- البلاستيك الفينولي: الباكليت.
2- فينوليات السبك: كاتالين.

3- البلاستيك الأميني.
4- البولستر-الابوكسي-والسليكون.

(ج)) الثرموست المقوى:

يتكون الثرموست المقوى من راتنج ترموست (يستقر بالحرارة) وتضاف إليه بعض الموالىء ثم يقوى هذا المخلوط بمادة مقوية.

والراتنجات المستخدمة هي راتنجات البولستر والفينول والسليكون. ومن أهم الموالىء المعروفة كربونات الكالسيوم والميكا والسليكا والأسبستوس. أما المواد المقوية فقد تتكون من طبقات من الورق أو القماش أو النبات أو ألياف الزجاج أو غيرها من المواد التي تتشرب بالراتنجات ثم تكبس أثناء التسخين لتنتج ألواحا أو أشكالا أخرى جامدة.

ومن أشهر المواد المقوية المستخدمة في صناعة الثرموست المقوى هي ألياف الزجاج و يوضح شكل 21 البلاستيك المقوى بشعيرات الزجاج.

ويمتاز الثرموست المقوى بمقاومة كبيرة للشد والضغط والقصر والصدم والزحف والحرارة والماء كما أن لها خواص كيميائية متعددة.

ومن أمثلة هذه المواد:

1- البولستر المسلح بألياف الزجاج.
2- البولستر المسلح بألياف الاسبستوس.
3- الفينول المسلح بألياف القطن.

ويحضر البلاستيك من مكوناته الأولية، وهي الراتنج و بعض الموالىء والملدنات والمواد المقوية، و يقدم في أشكال عديدة مختلفة بسبب اختلاف طبيعة تلك المكونات أو لتيسير طرق تصنيعه إلى منتجاته النهائية. ويمكن حصر هذه الأشكال في ثلاثة أنواع هي:

1- الألواح والقضبان والأنابيب والرقائق وتحضر بالكبس الساخن أو النفخ أو التفريغ.

2- المساحيق، وتصنع بطرق الكبس والحقن والنقل والبثق.

3- السوائل غليظة القوام والمحاليل، وتصنيع أما بالصب باليد أو باللف الفتيلي أو بالصب بالرش.

الخواص المميزة للبلاستيك:

ويمكن إجمال الخواص المميزة للبلاستيك فيما يلي:

(1) ينساب البلاستيك بالحرارة والضغط، فيسهل تشكيله دون حدوث أي تغيير في تركيبه الطبيعي، وذلك بفضل جزيئاته الضخمة ذات السلاسل الطويلة التي تنزلق بالحرارة ولكنها لا تنفصل.

2- لون البلاستيك ابيض شفاف في حالته النقية فيسهل صبغه بألوان مختلفة مما يزيد من استعمالاته.

3- يعتبر البلاستيك خفيف الوزن، فيقلل من الأحمال الساكنة، ولذا فان رقم الاستحقاق Figure of Merit عال، و يقدر بنسبة معايير المرونة إلى الوزن.

4- معامل انكسار البلاستيك عال بسبب ظاهرة الأنبوبية، أي مقدرة الضوء على أن يسير فيه و ينفذ إلى الطرف الآخر، مهما تعقد المسار.

5- يقاوم البلاستيك الثني والبري والماء وكذا التآكل من الكيميائيات والمذيبات.

6- يقاوم البلاستيك الصدم، وتزداد هذه المقاومة إذا أضيف إليه بعض الموالىء التي تكون من أصل ليفي. ولهذه الخاصية أهمية كبيرة في الأغراض الإنشائية.

7- يتذبذب البلاستيك جيبيا عند التحميل الديناميكي.

8- خواص البلاستيك الحرارية ممتازة، إذ أن توصيله الحراري منخفض جدا.

9- خواص البلاستيك الكهربائية جيدة، فهو عازل كهربائي ممتاز في حالته النقية و يستخدم حوالي 40٪ من إنتاج مواد البلاستيك في الكهرباء.

10- يقاوم البلاستيك بعض المواد الكيميائية الفعالة، لذلك يستخدم في عمليات تبطين الأسطح الأخرى لحمايتها من تأثير هذه المواد الفعالة.

11- يجمع البلاستيك في تصنيعه جميع طرق تشغيل الأخشاب (النشر، القطع، الملء، اللصق.. . الخ) مع طرق تشغيل الفلزات (اللحام، الصب، الثقب، الثني.. الخ).

بالإضافة إلى المرونة الكبيرة التي تسمح بها طرق تشغيل البلاستيك.

عيوب البلاستيك:

ومع كل هذه المزايا فان للبلاستيك عيوبا يمكن تلخيصهما فيما يلي: 1- نقص صلابة البلاستيك بمقارنته بالفلزات، فمثلا معايير المرونة للصلب يساوي من 7 أمثال إلى 20 مثل معايير المرونة للبلاستيك.

2- عدم صلاحية سطح بعض أنواع البلاستيك يقلل من فرصة استخدامه.

3- ضعف تحمل القوى في الأركان.

4- ارتفاع معدل التمدد، إذ يقدر تمدد البلاستيك بحوالي خمسة أمثال تمدد ا لمعادن.

5- زيادة معدل الزحف في درجات الحرارة العادية، و يصل زحف البلاستيك إلى حوالي ثمانية أمثال زحف الفلزات الإنشائية، و يبلغ زحف الثرموبلاستيك من واحد إلى ثلاثة أمثال زحف الترموست في درجة حرارة الغرفة.

ونورد هنا جدولا واحدا من بين جداول خواص البلاستيك، تظهر فيه المقاومة النوعية لبعض مواد البلاستيك و بعض المواد الأخرى (جدول 30).

جدول– 30 المقاومة النوعية لبعض مواد البلاستيك

مواد البلاستيك		مواد أخرى	
المادة	المقاومة النوعية × 10^3 سم	المادة	المقاومة النوعية × 10^3 سم
اليوريا فورمالدهيد	280 - 600	الالومنيوم	780 - 1040
متعدد السترين	330 - 660	النحاس الاصفر	400 - 1200
خلات السليلوز	160 - 320	الصلب	360 - 2950
الميلامين فورمالدهيد	350 - 600	الزنك	210 - 290
الفينول فورمالدهيد	340 - 430	القصدير	40 - 50
ميثيل الميثاكريلات	350 - 580	الرصاص	15 - 20

استعمالات البلاستيك:

عرف البلاستيك منذ حوالي قرن ولكن لم يؤد دورا فعليا في الأعمال الهندسية المختلفة إلا منذ وقت غير بعيد، وقد يرجع ذلك إلى أن تطور إنتاجه في المجال الكيميائي، بينما تطور استخدامه بدأ بانتسابه إلى المجال الكهربائي، هذا بالإضافة إلى ارتفاع ثمنه نتيجة لعدم تصنيعه على مقياس تجاري كبير.

وسنكتفي في هذا المجال بتلخيص أهم استعمالاته من النواحي الهندسية الآتية:

(أ) الاستعمالات الإنشائية:

يستعمل البلاستيك في الأغراض الإنشائية الآتية:

1- متراصات البلاستيك المصنوعة من الترموست المقوى بألياف الزجاج أو ألياف نسيجية. ومن أهم مميزاتها مقاومتها الكبيرة للشد والضغط والقص وفعل الماء.

2- المتراصات الخلوية: وتصنع من بناء شطيري من بلاستيك مرغي أو شبكة فلزية مثل الألومنيوم، وتغلف من الناحيتين برقائق من الترموست المقوى و يستخدم في عمل الوحدات الجاهزة للمدارس والمنازل وغيرها، وذلك لخفة وزنها وسهولة نقلها ومناولتها.

3- المواسير وتتميز بخفة وزنها ومرونتها التي تسهل تركيبها بدون تمهيد للأرض، كما أن انخفاض معامل الاحتكاك للبلاستيك يقلل من قابليتها للانسداد.

4- فرم للخرسانة العادية: وتصنع من الترموست المقوى، وتتميز عن الفرم المصنوعة من الخشب وغيره من المواد بإمكان تنفيذ الأشكال المعقدة مثل الأسقف القشرية والمطوية.

5- أعمال الخرسانة: يستخدم البلاستيك على هيئة أشكال مختلفة في هذا المجال على النحو الآتي:

- سائل أو مستحلب كإضافات للخرسانة للحصول على خواص معينة مثل المرونة أو المقاومة العالية للكيميائيات.

- رقائق أو مستحلب كمواد حامية أو غالقة لأسطح الأرضيات ا

لخرسانية.

- أسياخ تصنع من الترموست المقوى بالزجاج، وتستخدم في الخرسانة سابقة الإجهاد.

- راتنج سائل كوسط لاحم بدلا من الأسمنت والماء في صناعة الخرسانة الراتنجية.

- مادة لحام: وتصنع من راتنج سائل بولستر أو ابوكسي وإضافات من الرمل ومساحيق معدنية. وميزته أن له قوة تماسك عالية مع الخرسانة والحديد.

(ب) الاستعمالات المعمارية:

إن المدى الواسع لاختلاف أنواع البلاستيك العديدة كان له أثر في عدم إنتاج كل هذه الأنواع على نطاق تجاري، الأمر الذي أدى إلى تحفظ المعماريين في استخدامه على نطاق كبير، هذا بالإضافة إلى تعودهم الخواص القياسية للخرسانة والصلب و باقي المواد التقليدية المعروفة، فترتب على كل ذلك عدم مقابلة معدل تطور البلاستيك بمعدل استعمالا ته المعمارية.

ويمكن حصر استعمالات البلاستيك في مجال الهندسة المعمارية في الأوجه الآتية:

1- الأرضيات: وتصنع على هيئة بلاط أو صفحات من بوليكلوريد الفنييل، وتلقى نجاحا كبيرا إذ أنها تسمح بمدى واسع من الألوان والأشكال، كما أن لها صفات ممتازة من مقاومة للصدم وصلادة في السطح تزيد عما في الأرضيات التقليدية المعروفة.

2- حوائط الحمامات والمطابخ. تغطى تلك الحوائط ببلاط مصنوع من البولسترين و يتميز برخص ثمنه وتعدد أشكاله وألوانه بالنسبة إلى البلاط القيشاني.

3- الستائر: وتصنع من البولي أثيلين أو بوليكلوريد الفينيل، ومن صفاتها أنها تتحمل الاستعمال الطويل وتتمشى مع الديكور الحديث، و يسهل وضعها في أي مكان سواء في ذلك حجرة الاستقبال أو الحمام.

4- البانيوهات والأحواض: وتصنع من البوليستر المسلح بألياف الزجاج، وهي ذات ألوان جميلة تناسب كل الرغبات كما أنها تقاوم الخدش و يسهل

تنظيفها.

5- الأثاثات المنزلية: كالكراسي والمناضد، وتصنع الآن من البلاستيك على أشكال جريئة ذات ألوان جذابة، كما أن الفورمايكا (المصنوعة من بلاستيك الترموست المقوى بالورق) تستخدم في حماية أسطح الأثاث لما لها من مقاومة كبيرة للصدم والخدش.

6- الأسقف: أمكن إنتاج سقف نصف شفاف بواسطة تعليق صفحات من البلاستيك تحت مصابيح بلورية، كما تصنع المناور في الخارج من بلاستيك أكريليك بدلا من بلوكات الزجاج التقليدية.

7- الزجاج الملون: يمكن صناعة بانوهات من الزجاج الملون باستعمال صفحتين من بلاستيك شفاف يوضع بينهما ملونات وصبغات وحصى صغير وشرائح فلزية وغيرها في تنسيق فني ثم يسخن بالأشعة تحت الحمراء لإنتاج وحدة متماسكة.

8- المصابيح الكهربائية: وتصمم بحيث يكون مصدر الضوء فيها مستقرا وتتفرع منه أنابيب من البلاستيك تحمل الضوء في الاتجاه المطلوب (ظاهرة الأنبوبية) وتكون نهايتها على هيئة عدسات لتركيز الضوء على مسافات صغيرة أو توزيعه على مساحات كبيرة.

9- المتراصات من الخشب الابلكاج: إذ يستخدم البلاستيك كمادة لاصقة في صناعة هذه المتراصات لما له من خواص لصق ممتازة تفوق مواد اللصق التقليدية كالغراء.

10- البويات واللاكيهات والميناء: حلت بويات البلاستيك محل بويات الزيت العادية في كثير من الاستعمالات لما لها من كفاءة ممتازة في مجال الطلاء-كما أن البلاستيك هو أساس اللاكيهات والميناء حيث تجف في الهواء وتتصلب بالحرارة.

11- الطلاء التخليقي: وذلك بإذابة بعض مواد البلاستيك في محاليل خاصة لاستعمالها كبويات لتغطية سطوح المواد المختلفة، وتمتاز بقوة التصاقها وثباتها ولمعانها. ولبعضها خواص عزل عادية ومقاومة للاحتكاك مثل راتنجات الالكيد والايوكسي. ومن التطورات الحديثة في الطلاء استعمال مستحلبات البلمرات في البويات لتشتيت مواد البلاستيك في الماء و بواسطة مثبتات.

(جـ) الاستعمالات الصناعية:

دخل البلاستيك في الصناعات المختلفة من كل الأبواب منافسا المعادن التقليدية الثقيلة منها والخفيفة. واستطاع في زمن قصير أن تشمل تطبيقاته الهندسة الكهربائية والهندسة الميكانيكية. بل وصلت التطبيقات إلى الطائرات والسيارات والسفن. هذا إلى جانب استعمالاته الصناعية العديدة كألياف ومواد لاصقة. وفيما يلي بعض الأمثلة على الاستعمالات الصناعية للبلاستيك:

1 - الصناعات الهندسية:

- الهندسة الكهربائية: كان لخاصية العزل الممتازة في استخدامه في صناعة الكابلات الكهربائية ومفاتيح النور والغطاءات والتوصيلات والملفات وكثير من أجزاء التليفزيون والرادار والجرامافون والمسجل.. الخ .

الهندسة الميكانيكية: كان لسهولة صناعة البلاستيك ودقة إنتاجه وخفة وزنه الفضل في استخدامه في عجلات التروس وكراسي المحاور ولقم ثقوب المحاور ووصلات المواسير وكتل دق الخوازيق وأحكام الفلنكات.

الهندسة الكيميائية: كان لمقاومة البلاستيك لجميع أنواع الصدأ الكيميائي قيمة كبرى في استخدامه في صناعة بناء المصانع الكيميائية حيث تجري التفاعلات الكيميائية على البارد أو في درجات معتدلة من الحرارة، كما يستخدم في أعمال البطانة والطبقات الواقية.

2- الطائرات والسيارات والسفن:

صنعت أجسام بعض الطائرات من البلاستيك فانخفضت تكاليفها بنسبة تتراوح بين 50 و80٪ بالنسبة للمواد التقليدية المعروفة بالإضافة إلى سرعة الصناعة وسهولتها ومتانتها وخفة وزنها، و يستخدم البلاستيك الرابط بدلا من البرشمة العادية التي يترتب عليها تركيز الاجهادات.

وفي مجال صناعة السيارات استخدم البلاستيك كمواد لاصقة، وفي إنتاج أجسام السيارات من رقائق ألياف الزجاج، وتبذل محاولات لتخفيض نفقاتها مقابل كثرة ميزاتها، و يستخدم أيضا في طلاء أجسام السيارات وفي إنتاج المطاط اللازم لصنع العجلات.

وفي مجال صناعة السفن فان البلاستيك يتعاون مع المعادن والأخشاب في صناعة البواخر عابرة المحيطات، أما السفن الصغيرة فيتبع في بنائها، الطريقة نفسها المستنبطة من استعمال البلاستيك في بناء الطائرات.

3- الألياف الصناعية:

وتصنع كيميائيا من بلمرات مماثلة لتلك المستعملة في البلاستيك، وتتميز بوجه عام بالتركيب البلوري، خلافا للبلاستيك الذي يستمد خواصه في كثير من الأحيان من الحالة غير البلورية. وتختلف الألياف بالنسبة لطول السلسلة وتأثير التركيب على حالة التبلور. ومن أنواع الألياف: ألياف متعدد الأميد المعروف بالنايلون، وألياف متعدد الاستر المعروف بالتريلين، وتغزل الألياف على هيئة نسيج بثلاث طرائق: هي الغزل الجاف والرطب و بالصهر. وتتميز هذه الألياف بخواص أما عدم تشربها للماء ومقاومة الرطوبة والعثة والعفن. وتستخدم ألياف النايلون لكبر ممطوليتها في صناعة الملابس كما يمكن إنتاجها في أسماك بالغة الرقة تسبب الشفافية. كما يستخدم التريلين نظرا لقوته الكبيرة مع الصوف حيث يدعمه و يضفي عليه متانة اكبر. كما أن الفيسكوز اكبر مقاومة للإجهاد من القطن لذلك فهو يفضله في عمل تيل العجلات.

4- المواد اللاصقة:

تتميز المواد اللاصقة من البلاستيك بمقاومتها للحرارة والرطوبة والتآكل وقوتها الكبيرة، وتستخدم في لصق المتراصات الخشبية المستعملة في بناء العقود والجمالونات وذلك لسهولة تشغيلها، كما تستعمل في صناعة الابلكاج الذي ينافس الفلزات في مقاومة الشد على أساس الحجم.

(د) الخرسانة الراتنجية:

ذكرنا ني البند (أ) من بين الاستعمالات الإنشائية للبلاستيك استخدامه في صناعة الخرسانة الراتنجية. وذلك باتخاذه كوسيط يحل محل الأسمنت والماء والبلاستيك المستعمل في هذه الحالة هو البولستر والابوكسيهات Polyesters and Epoxies و يضاف الراتنج السائل إلى الركام الصغير والركام

الكبير (الرمل والزلط) حسب منحى تدرج معين. و باستخدام عامل وسيط بمقدار معين نستطيع التحكم في زمن «الشك» من فترة يسيرة إلى عدة ساعات، ومن أهم الخواص المميزة للخرسانة الراتنجية ما يأتي:

1- مقاومتها للضغط بعد يوم واحد، تزيد على مقاومة ضغط الخرسانة العادية بعد 28 يوما.

2- مقاومتها للشد أقوى كثيرا من مقاومة شد الخرسانة الأسمنتية.

3- يؤثر نوع الركام وكميته في مقاومة الخرسانة الراتنجية. 4

4- لا تتغير مقاومتها بعد ضغطها لمدة ثمانية أيام عند درجة 20- 60 م.

5- مقاومتها للبري أشد من مقاومة الخرسانة العادية.

6- لها قوة تماسك جيدة مع الخرسانة الأسمنتية.

7- معايير المرونة في الضغط يتناسب عكسيا مع المحتوى الراتنجي أي أنه ينقص مع ازدياده.

ذلك هو البلاستيك، وذاك عصره وأمل الإنسانية كبير أن تحل بدائل الطاقة محل الوقود التقليدي، ليقتصر استخدام الفحم والبترول كمواد خام لصناعة البلاستيك. و بذلك يندمج عصرا البلاستيك والذرة في العصر الذي ولجنا فعلا أبوابه.

الاستراتيجية:

من المعروف أن استراتيجيات التنمية ترتبط وتحدد بالأبعاد المكانية، و بالنسبة لوطننا العربي فإننا نرى أن نربط استراتيجية تنمية واستغلال ثرواتنا المعدنية العربية بالبعد المكاني، الأمر الذي يقضي بأن ترسم كل دولة عربية الخطط طويلة الأمد، والخطط متوسطة الأمد، والخطط قصيرة الأمد، لتنمية استغلال ثرواتها المعدنية، ولما كانت الاستراتيجية عبارة عن مخطط عام، يقصد به تحقيق هدف أو أهداف بعينها، فضلا عن رسم أولوياتها، سواء في ذلك المستوى الوطني والمستوى الإقليمي، فإنها أمور تختلف فيها وجهات النظر، وتتفاعل طبقا للعوامل الاقتصادية والاجتماعية والسياسية.

ومما لا ريب فيه أن متطلبات الأمة العربية وظروفها التاريخية وأوضاعها الراهنة توجب عليها أن تجتاز هوة التخلف الحالية، وأن تواجه ما يجابهها

من تحديات عالمية، تمكنها بالتالي من التصدي للتحديات السياسية والعسكرية ومن تحقيق الاستقلال الأمثل لمواردها الاقتصادية، ومن إظهار قدراتها على المساومة في عالم يتميز بانتشار الكيانات الاقتصادية الكبرى، بالإضافة إلى أهمية التكامل الاقتصادي. وليس ثمة شك في أن الوطن العربي يصبح سيد نفسه، في اليوم الذي يستطيع فيه أن يتخذ القرارات التي تطور اقتصاده، وأولها وضع الاستراتيجيات التي تمكنه من تحقيق أهدافه والوصول إلى غاياته المرجوة..

ومما يؤسف له أن بعض الدول العربية تعاني تخلفا شديدا في مضمار أعمال الكشف والبحث اللازمة لاستغلال ثرواتها المعدنية، الأمر الذي يجب أن يولي أهمية خاصة.

وغني عن الذكر أن الوطن العربي لا يستطيع أن يحدد أهداف استراتيجيات تنمية وحسن استغلال ثرواته المعدنية بعيدا عن استراتيجيات الدول النامية والدول الصديقة، حيث إن تحديد أسعار الخامات المعدنية بصورة مجزية ومستقرة بين الدول المنتجة لها، والدول المصنعة لها، أصبح من المشاكل العالمية، التي يجب أن تعطي لها الأهمية الأولى.

و بناء على ما تقدم، فان الأهداف المطلوب تحقيقها لتنمية الثروات المعدنية في البلاد العربية هي: بذل أقصى الجهود للكشف والتنقيب عن الخامات بغرض التعرف الكامل على ما تحتويه أرض كل الدول العربية من تلك الثروات المعدنية، الأمر الذي يتيح الاستغلال الأمثل والتصنيع المتكامل لتلك الثروات، بما يحقق الأهداف الإنمائية الكبرى ورفع مستوى المعيشة في كل البلاد العربية، تطبيقا للمعادلة التي تربط العلاقة بين مستوى المعيشة البشرية واستخدام الموارد الأولية وموارد الطاقة على النحو التالي:

المستوى الاجتماعي للمعيشة يساوي:

$$\frac{\text{استخدام كافة الموارد الأولية} \times \text{استخدام الطاقة بأنواعها} \times \text{استخدام المواهب الذهنية}}{\text{تعداد السكان}}$$

وهذه المعادلة تطوير للمعادلة التي يستخدمها الاقتصاديون، للربط بين الإنتاج القومي و بين رأس المال والعمل. وهو الأمر الذي سيؤدي إلى إقامة اقتصاد معدني عربي متكامل، يحقق تطلعات الأمة العربية، للحاق بركب التقدم الحضاري العالمي، مما يتيح لها الصمود في وجه التحديات السياسية

والعسكرية والاقتصادية بما يتناسب مع الوضع الجاري، والتاريخ العربي العريق.

بناء على ما تقدم فان الخطوط العريضة للاستراتيجية العربية لتنمية وحسن استغلال الثروات المعدنية، لا يمكن أن تنفصل بحال من الأحوال عن التغيرات الدولية الأساسية التي تطرأ على صعيد العالم أجمع.

وانطلاقا من هذه المفاهيم فإننا نرى أن الخطوط العريضة للاستراتيجية العربية لتنمية وحسن استغلال الثروات المعدنية في الوطن العربي من الممكن أن تكون على النحو التالي:

1- مراعاة التنسيق الذي يحقق التكامل الاقتصادي المعدني العربي.

2- إعطاء أهمية خاصة للثروات المعدنية في الدول العربية الأقل نموا.-

3- تنسيق السياسات العربية لتسويق الثروات المعدنية وتصنيعها والوصول إلى الاكتفاء الذاتي في الكثير منها.

4- إقامة جسور ثابتة مع الدول النامية المنتجة للثروات المعدنية بحيث يصبح للثروات المعدنية العربية تأثيرها على الاقتصاد العالمي، وبما يمكن الدول العربية من منافسة السوق وفرض أسعارها المناسبة وذلك بالتعاون مع دول العالم الثالث من حيث تثبيت الأسعار أو رفعها حرصا على صوالح عالمنا العربي الذي هو جزء من العالم الثالث.

5- الحد من التصدير إلا في حالات الضرورة القصوى مع أخذ الاحتياطات بأنواعها في الاعتبار.

6- محاولة امتلاك مصادر تعدينية متنوعة في دول العالم الثالث وتحريرها من ملكية الدول الصناعية.

7- الإنفاق بسخاء على مراحل الصناعة التعدينية المختلفة وحصر موارد الثروات المعدنية في العالم العربي. ولعل الثراء النفطي اليوم يقدم العون للصناعة التعدينية، بما يكشف عن احتياطات وثروات خبيئة في التراب العربي لتكون رصيدا وثراء للعالم العربي عند غروب شمس النفط في بلادنا (إيرادات الدول العربية من البترول في عام 1977 هي 81100 مليون دولار والصادرات لنفس العام هي 22200 مليون دولار).

8- استكمال العناصر الأساسية لصناعة التعدين التي نوجزها فيما يلي:

(1)الخامات المعدنية: وذلك ما استعرضناه في الصفحات السابقة ووضحت لنا معه الأرصدة الكبيرة التي تمتلكها الأمة العربية من العديد من الخامات المعدنية، ومع ذلك فما زالت أمتنا العربية في أول طريق المعرفة الشاملة لثرواتها المعدنية على اليابسة وفي قاع البحار من حولها، فمجموع سكان العالم العربي تعدى 140 مليون نسمة. والتراب العربي شاسع واسع. والثروات المعدنية فيه خبيئة لم تزل، مع وفرتها وكثرتها وارتفاع قيمتها. و يكفينا للتدليل على ذلك أن نذكر أن قيمة الإنتاج العربي من أهم الخامات المعدنية فيه (ماعدا البترول والغاز) كان في عام 1974 نحو 1586 مليون دولار. وهي لاشك قيمة لا تعطي ثقلا كبيرا في الدخل القومي العربي إذا قورنت بالدخل النفطي. ولكن علينا أن نذكر أن هذا الدخل النفطي واحد من الأسباب التي حجبت الثروات المعدنية الأخرى زمنا، وهي في غاية الأمر أرصدة محفوظة إلى حين.

(2) القوى البشرية: تبلغ النسبة السكانية في العالم العربي قرابة 4٪ من أجمالي سكان العالم. ونسبة الأمية مرتفعة جدا بصفة عامة بين أبناء الدول العربية ومما لاشك فيه أن نسبة عالية ممن لهم قدرة إنتاجية ينتمون إلى فئة الأميين، مما يجعل قدراتهم محدودة تماما في دائرة الأعمال غير الفنية، و يقدر عدد العاملين بالصناعة-والتعدين صناعة-بإحصائيات منتصف السبعينات في البلاد العربية بحوالي 5 ,2 مليون عامل، أي ما يعادل 5 ,9٪ من جملة القوى العاملة في النشاط الاقتصادي. من هذه النسبة حوالي 32٪ عمالة متخصصة في الصناعة التعدينية، وطبيعي أن تزداد تلك العمالة لتفي بمتطلبات هذه الصناعة في المستقبل مع العمل على توافق التدريس والتدريب في البلاد العربية، والاستفادة القصوى من المتخصصين في تلك المجالات مع إنشاء مراكز تعدينية وتدريبية ومهنية.

(3) المعرفة التكنولوجية: من الحقائق التي لا يمكن إنكارها أن التعدين في أغلب الدول العربية التي تمارس هذه الصناعة مازال بدائيا، و يعتمد كثيرا على الوسائل اليدوية. ولكن هذا القول لا يجوز أن يكون تعميما فيطمس الصورة المشرقة لتواجد جيل عربي من المتخصصين المتمرنين على أساليب استخدام أحدث الأجهزة من وسائل الاستشعار عن بعد، والقياسات الجيوفيزيقية من الجو وعلى الأرض، والتحاليل الجيوكيمائية

المتطورة بالامتصاص الذري، والميكنة العالية في بعض الحقول المعدنية مثل الفوسفات في المغرب والحديد في موريتانيا. وتتدخل التكنولوجيا أيضا في النقل والتحميل وما إليها. ومع الغد ستزداد الصورة إشراقا.

ولا شك أن لمصادر المياه ومصادر الطاقة ومصادر التمويل واحتمالات التسويق داخليا وخارجيا وتطوير كل ذلك مستقبلا في مجال صناعة التعدين أهمية لا تنكر في تنمية مصادر الثروات المعدنية العربية. و يلزم هنا القول بضرورة إعادة التخطيط في السياسات العامة بما يضمن للأمة العربية المحافظة على ثرواتها المعدنية، وتنميتها لاستخدامها لرفاهية شعوبها.

وقد آن الأوان للدول العربية أن تدرك بتفهم واع أن الثراء النفطي المتزايد يشكل دخلا لم تساهم فيه الإنتاجية القومية للبلاد، بمعنى عدم المساهمة في التنمية الصناعية.. أي اعتماد كامل على الدخل القومي، لا على الإنتاجية القومية. والثروة المعدنية لم تعد ضربا من المقامرة أو المغامرة، وإنما أصبحت سياسة التعدين صناعة لها أسسها الاقتصادية والصناعية التي تقوم عليها، شأن أي نشاط صناعي آخر. وعلى الدول العربية اعتناق مبدأ المحافظة على الثروات والمصادر الطبيعية وعلى رأسها الثروات المعدنية وحسن استغلالها وتصنيعها لرفاهية الشعوب العربية. ولحاجة الصناعات التعدينية لفترات زمنية طويلة لاستكمال أسباب إنتاجيتها فان الدول العربية عليها أن تبادر إلى وضع وتنفيذ برامج متكاملة على أحدث أساليب العصر من بحث واستكشاف. ولعل التكامل بأي شكل من الأشكال في ذلك المجال هو ما يرجوه كل عربي مشتغل بصناعة التعدين.

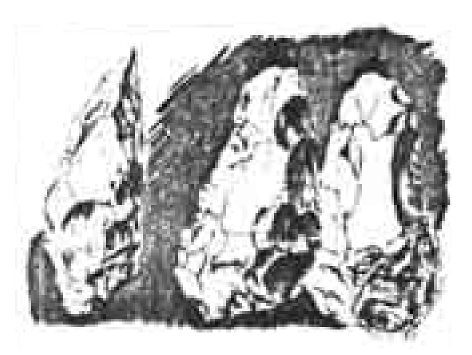
و يأتي هذا الرجاء، في الوقت الذي اتفقت فيه بعض الدول المنتجة للخامات على أن تحذو حذو الأوبك في إقامة منظمات لبعض الخامات، مثل النحاس والبوكسايت والفوسفات والحديد.. . الخ.. للتحكم في أسعار الخامات وتنظيم إنتاجها وتسويقها، خاصة بعد أن عمدت الدول المستهلكة لهذه الخامات إلى خفض استهلاكها منها بنسب ملموسة خلال عام 1974 كرد فعل منها تجاه التكتلات ورفع الأسعار.

الرموز والأشكال

الرموز
(نقلا عن نشرة الاتحاد العلمي العربي)

الرمز بالعربية	العنصر بالعربية	الرمز الدولي	العنصر بالافرنجية
تن	اكتنيوم	Ac	Actinium 89
لو	ألومنيوم	Al	Aluminium 13
مر	أميريكيوم	Am	Americium 95
نت	أنتمون	Sb	Antimony 51
جو	أرجون	A	Aryon 18
ز	زرنيخ	As	Arsenic 33
ست	أستاتين	At	Astatine 85
با	باريوم	Ba	Barium 56
بل	برليوم	Be	Beryllium 4
بز	بزموت	B1	Bisamuth 83
ب	بورون	B	Boron 5
بر	بروم	Br	Bromine 35
كد	كاديوم	Cd	Cadmium 48
كا	كالسيوم	Ca	Calcium 20
ك	كربون	C	Carbon 6
سر	سريوم	Ce	Cerium 58
سس	سيزيوم	Cs	Cesium 55
كل	كلور	Cl	Chlorine 17
كر	كروم	Cr	Chromium 24
كو	كوبلت	Co	Cobalt 27
نح	نحاس	CU	Copper 29
كى	كيوريم	Cm	Curium 96
بس	ديسبروسيم	Dy	Dysprosium 66
بيو	أربيوم	Er	Erbium 68
هر	أيوروبيم	Eu	Europium 63
فل	فلور	F	Fluorine 9
فر	فرنسيوم	Fr	Fruncium 87
جد	جادولينيوم	Gd	Gadolinium 64
جل	جاليوم	Ga	Gallium 31
جر	جرمانيوم	Ge	Germanium 32

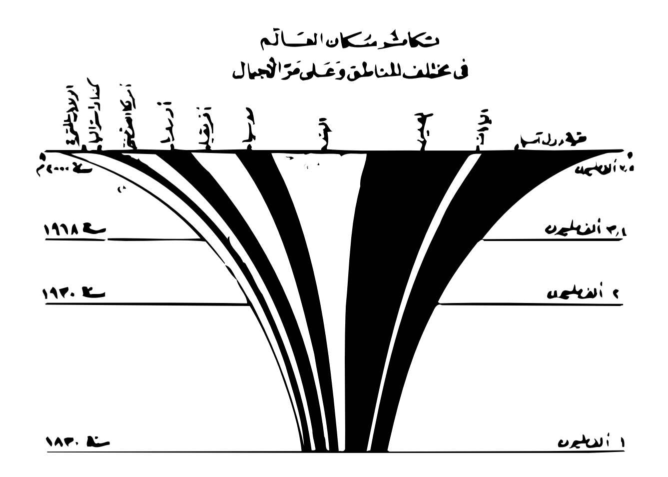
Gold 79	Au	ذهب	ذ
Hafnium 72	Hf	هغنيوم	هـ ف
Helium 2	He	هليوم	هـ
Holmium	Ho	هلميوم	هو
Hydrogen 1	H	أيدروجين	يد
Indium 49	In	أنديوم	ند
Iodine 53	I	يود	ى
Iridium 77	Ir	أريديوم	بم
Iron 26	Fe	حديد	ح
Krypion 36	Kr	كربتون	كر
Lanthanum 57	La	لنثاتوم	لن
Lead 32	Pb	رصاص	ر
Lithium 3	Li	ليتيوم	لذ
Lutitium 71	Lu	ليوتتيم	لت
Magnesium	Mg	ماغنسيوم	ما
Manganese	Mn	منجنيز	م
Mercury	Hg	زئبق	
Molybdenum	Mo	موليبدنوم	مو
Neodynium 60	Nd	نيودميم	نيو
Neptunium 93	Np	نبتونيم	نب
Neon 10	Ne	نيون	نى
Nickel 28	Ni	نيكل	نك
Niobium 41	Nb	نيوبيم	نيب
Nitrogen 7	N	نتروجين	ن
Osmium 76	Os	أوزميم	مر
Oxygen 8	O	أكسجين	أ
Palladium 46	Pd	بلاديم	بلل
Phosphorus 15	P	فسفور	فو
Platinum 78	Pt	بلاتين	بلا
Plutonium 94	Pu	بلوتونيم	بلو



شكل (١)
أدوات من الصوان-احد مفردات الثروات المعدنية-الستخدمها الانسان الاول دفاعاً عن نفسه.

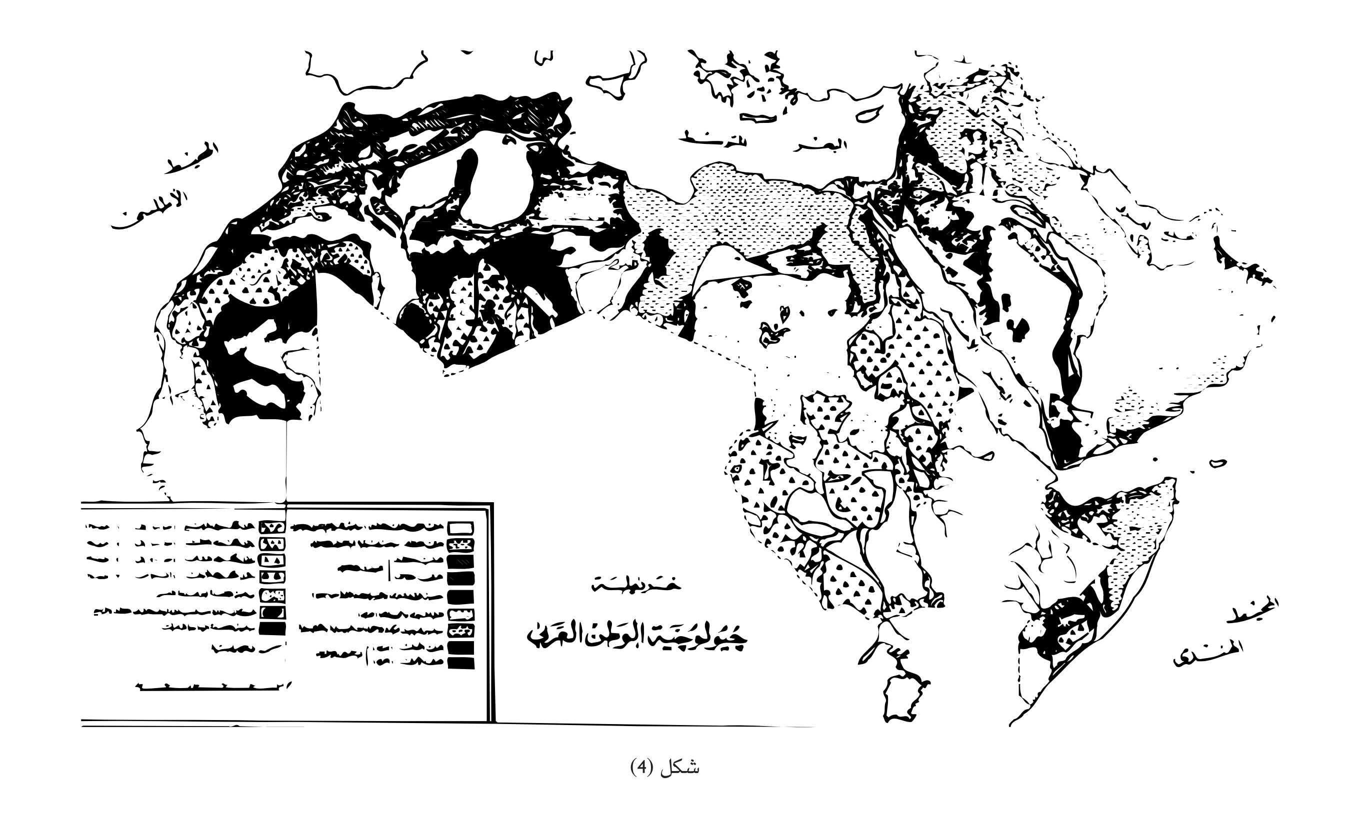


شكل (2) أسلحة الانسان القديم مزودة برؤوس من الصوان والمعدن.



تكاثر سكان العالم
في مختلف المناطق وعلى مر الأجيال
سنة ١٩٦٨
٣,١ ألف مليون
سنة ١٩٣٠
٢ ألف مليون
سنة ١٨٣٠
١ ألف مليون

شكل (3)


خريطة
جيولوجية الوطن العربي
المحيط الأطلسي
البحر المتوسط
المحيط الهندي

شكل (4)

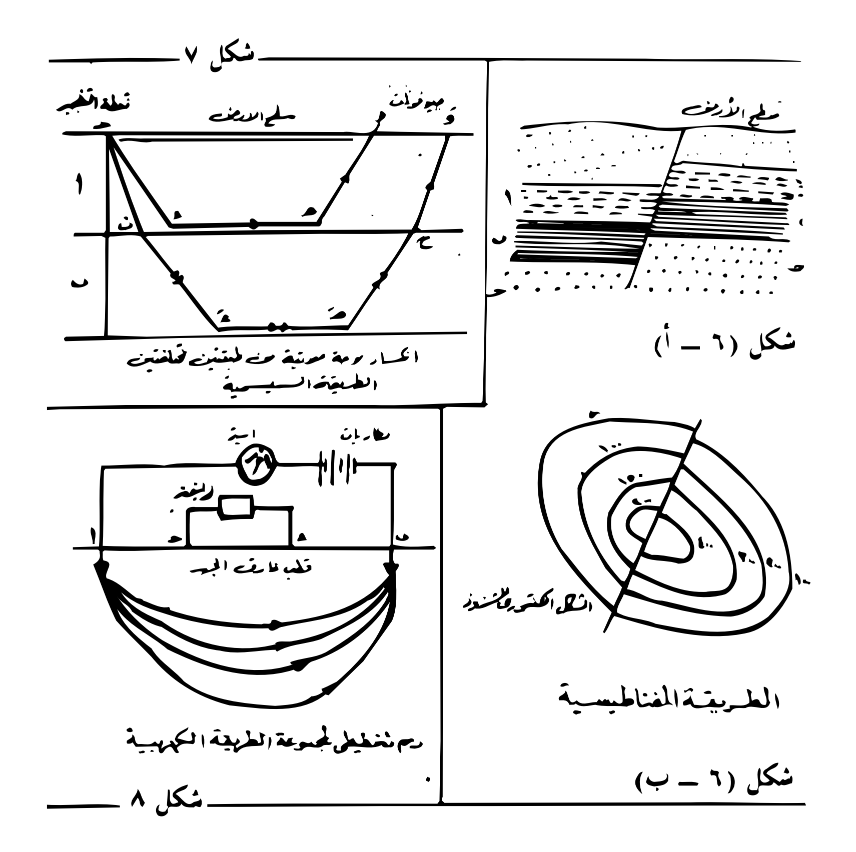


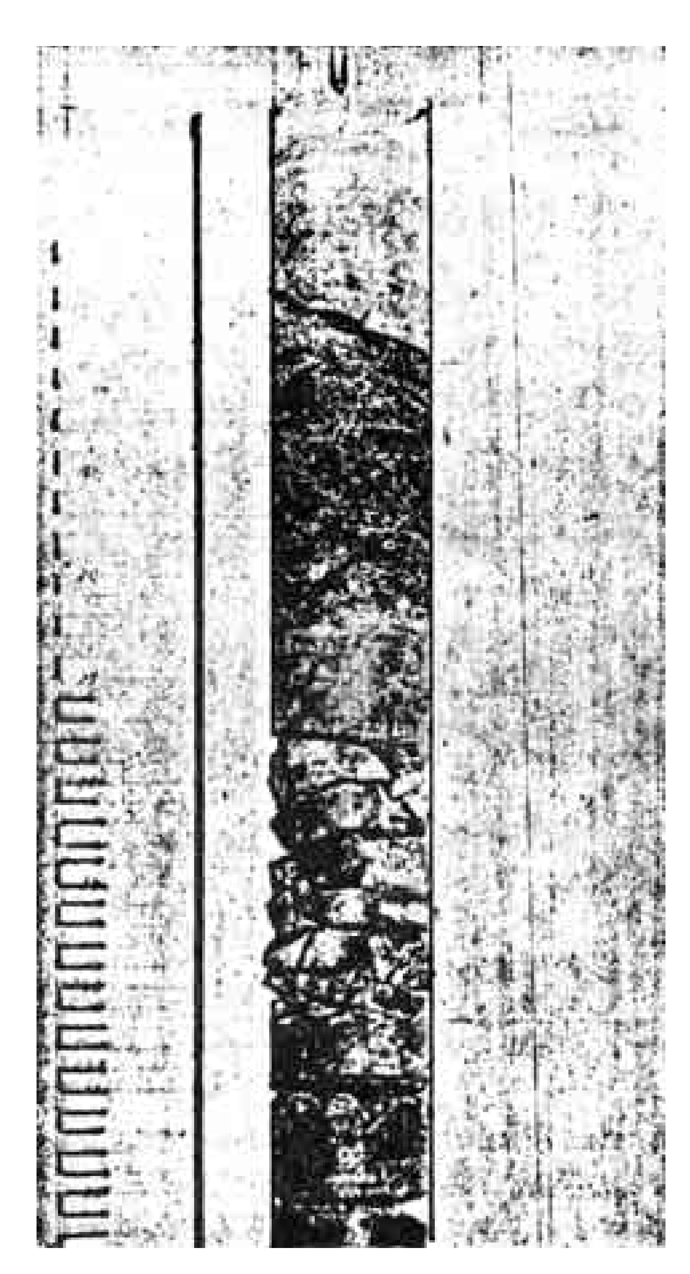
ثم اغرزه في الوسط وركب القطا عليها وطينها واجعلها في بنية مثل عمل
النشادر واوقد عليه بنار لينة نصف يوم حتى تذهب الرطوبة ثم قوي
عليها النار تمام ثلاثة ايام بلياليها ثم اضعها تبرد يوما اخر وافتحها تجد
قد صعد على الوجه جوهرا كانه الحنفية البيضا فخذها واعلم انك قد حزت
ملك الدنيا فاخزنها في اناء زجاج واحكم الوصل بكلها تقدر عليه فان
المحكم بالشد الجيد لئلا يروحن ويفرن منك فاعلم ذلك ثم خذ
من الحجر الاول الطري فاغسله واجعله في قرعة وانبيق الى ثلثها او نصفها بلا زيادة
وركب عليها الانبيق الواسع المزراب واحكم وصلها واوقد عليها بنار لينة
مثل حرارة الشمس يطلع الما مايا

فانظر يا ولدي ان كانت نارك
شديدة يطلع الما اصفر مايل الى الحمرة فيكون مفسد
فيكون نارك برشد تنال ما تريد بسرعة بمشية الله وعونه
حتى تزل الثفل حتى تحتاج اليه ثم خذ من ذلك الما
الابيض عشر دراهم الذي منها ثلاثة دراهم ونصف من ذلك النشادر فانه ينحل فيه
ويصير في اشد بياض من اللبن الحليب وهو الذي يقال له لبن العذرى فاجعله في
قدح العقد واحكم وصلها باللطف ثلاثة ايام بلياليها بالين ما تقدر عليه وعلامة
انعقاده ليس يطلع في القدح الموضوع عرق البته فاعلم انه انعقد ثم شمعه

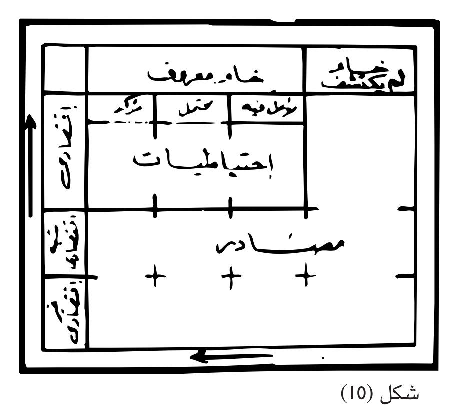


شكل (5) الكيمياء والكيميائيون العرب.


شكل ٧
نقطة التفجير
سطح الأرض
جيوفونات
سطح الأرض
شكل (٦ ـ أ)
بطاريات
رسم تخطيطي لمجموعة الطريقة الكهربية
شكل ٨
الطريقة المغناطيسية
شكل (٦ ـ ب)

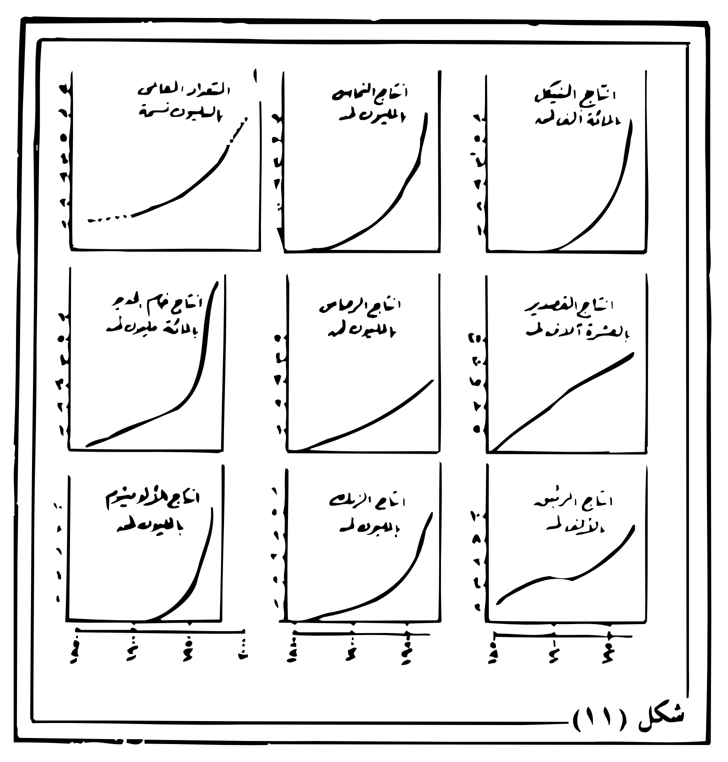


شكل (9) العينة الصخرية الاسطوانية كما تخرج من آلة الحفر.

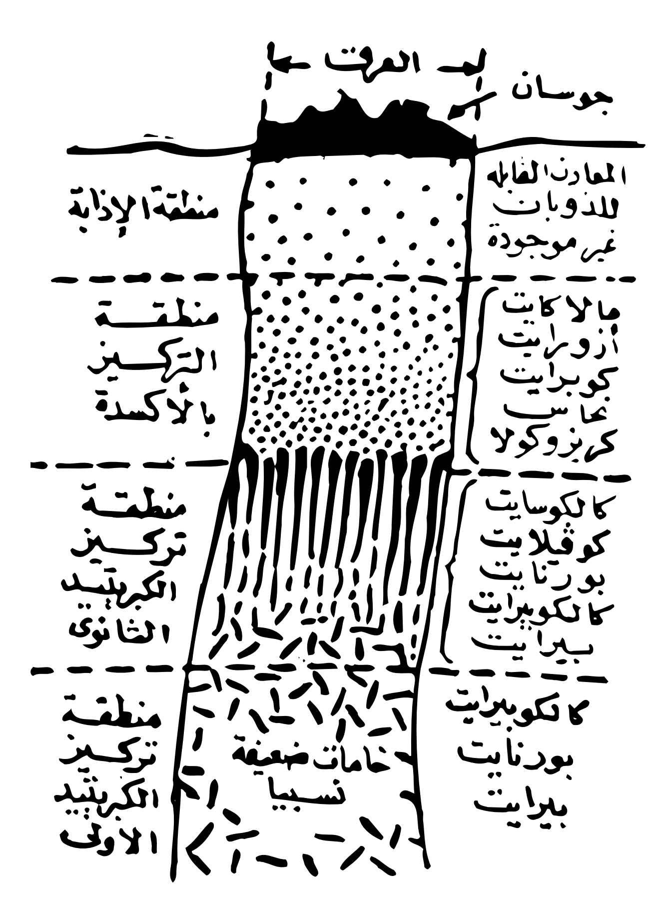


شكل (10)

رسم تقسيم مصادر واحتياطات الخامات المعدنية.(ماك كلفي)

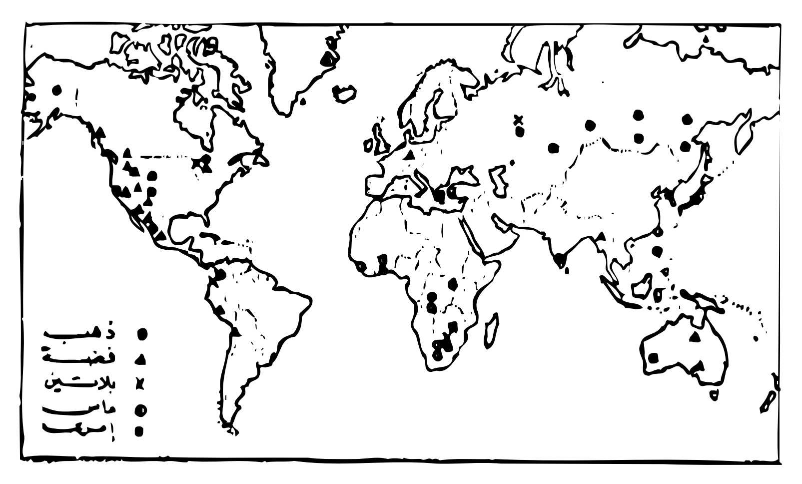


الانتاج التعديني العالمي للفترة من 1850 الى 1970 مقابل التزايد السكاني.

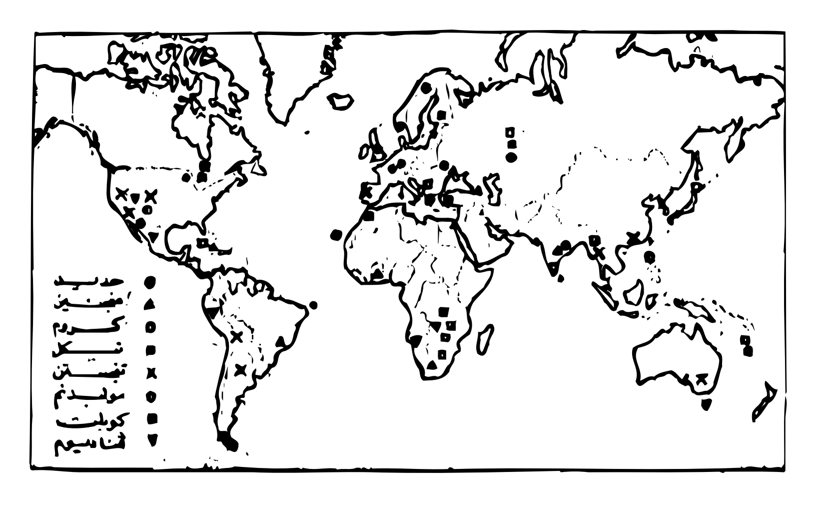


شكل (12)

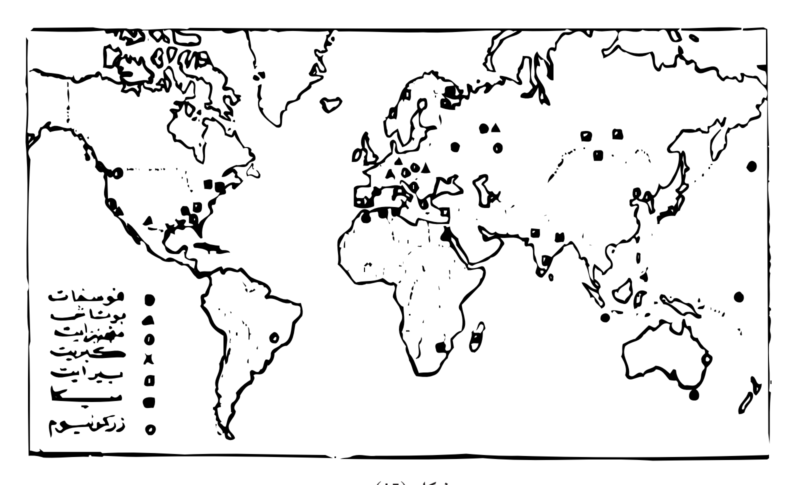
دور عمليتي التأكسد والاختزال في تكوين معادن النحاس.



شكل (13) التوزيع الجغرافي لخدمات الذهب والفضة والتلاتين والماس.

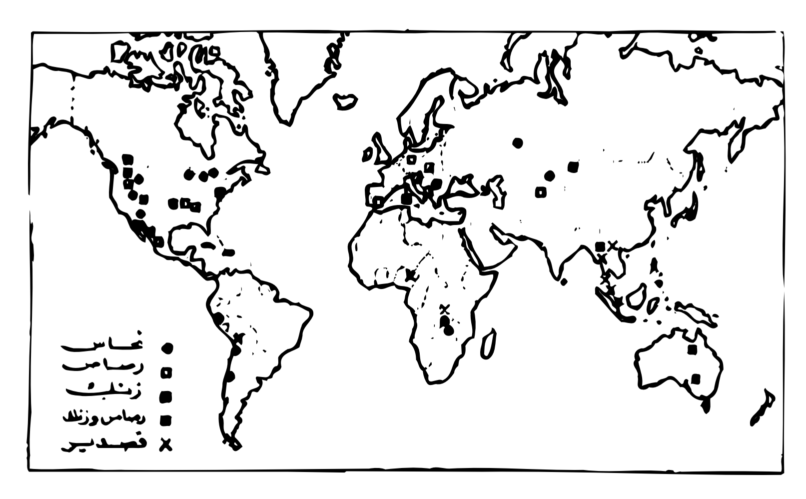


شكل (14) التوزيع الجغرافي لخدمات الحديد وفلزات السبائك الحديدية.

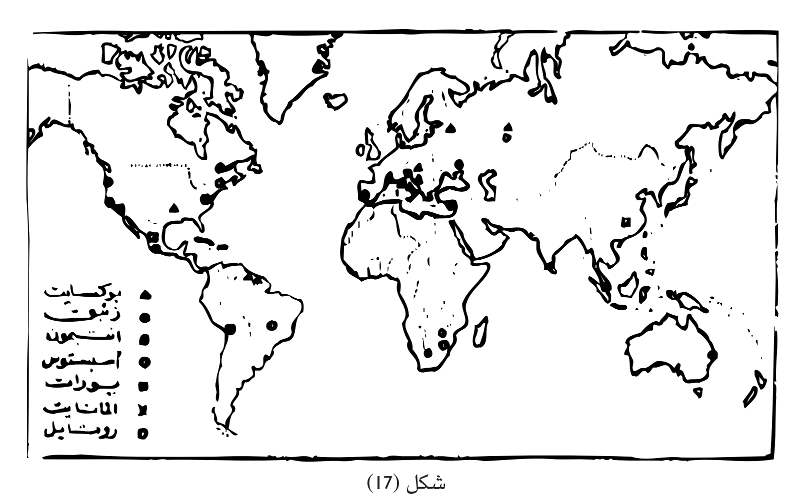


شكل (15)

التوزيع الجغرافي لخدمات الفوسفوت والبوتاس والمنجنيزايت والكبريت والبيرايت والميكا والزركونيوم.

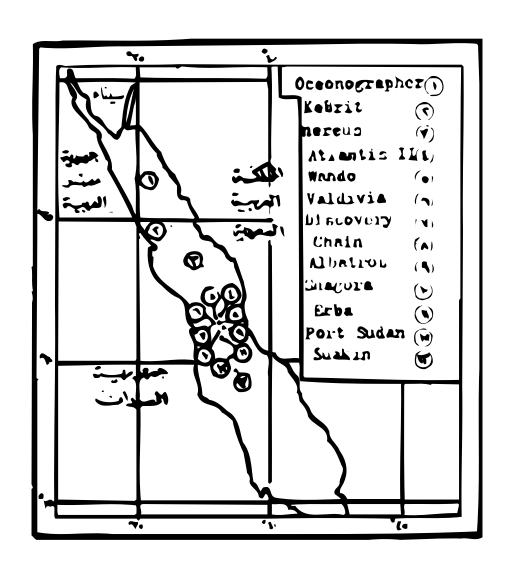


شكل (16) التوزيع الجغرافي لخدمات النحاس والرصاص والزنك والقصدير.



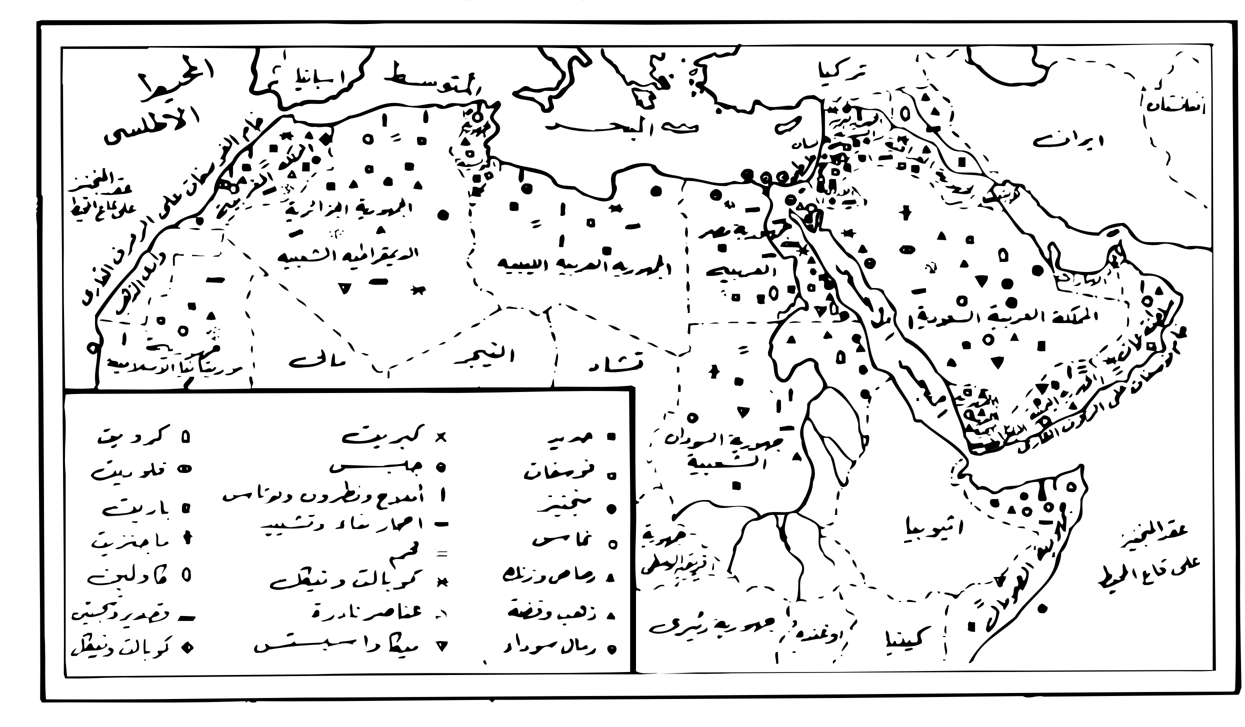
شكل (17)

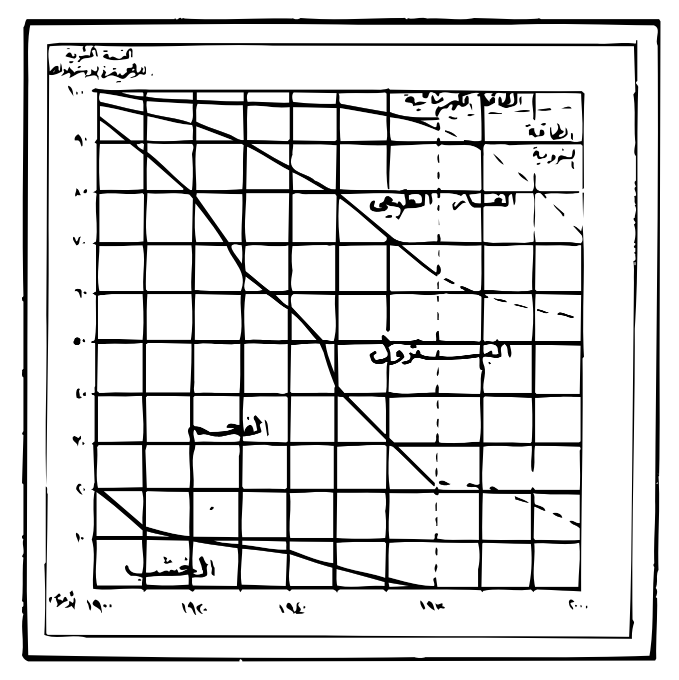
التوزيع الجغرافي لخدمات البوكسايت والزئبق زالأنتيمون والأسبستوس والبورات والألمانيت والروتايل.



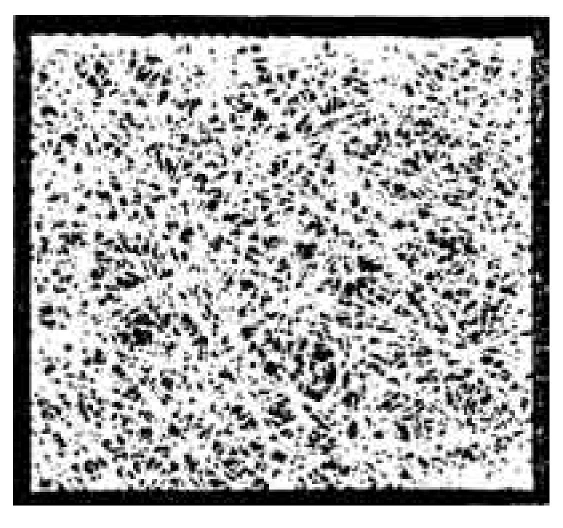
شكل (18) خريطة البحر الأحمر وخامات الطينات الملحية.

شكل (١٩) توزيع المعادن الاقتصادية في الوطن العربي.





شكل (20)   رسم يبين الأهمية النسبية لمصادر الطاقة حتى نهاية القرن الحالي.



شكل (21) مادة المستقبل-البلاستيك المسلح بشعيرات الزجاج.

ثبت ببعض المراجع (العربية والمترجمة)

1- أحمد حمدي محمود 1977: الحضارة-سلسلة كتابك، العدد15، دار المعارف-مصر.

2- أحمد علي العريان 1967: البلاستيك في التكنولوجيا الحديثة-مطبوعات الأهرام الاقتصادي-العدد 9- مصر.

3- احمد زكي 1976: مع الله في السماء، كتاب الهلال، العدد 311 دار الهلال-مصر.

4- جوستاف لوبون (ترجمة محمود خيرت)1947: حضارة بابل وآشور-القاهرة.

5- جونس (ترجمة زكي حتحوت وأنور عبد الواحد)، 1960: الثروة المعدنية في خدمتك-دار الهلال-القاهرة.

6- جورج سارطون (مترجم)، 1958: تاريخ العلم-جزء 2- دار المعارف-القاهرة.

7- درويش الفار، 1973: مع العلم والعلماء-القاهرة.

8- زكي نجيب محمود, 1977: أسس التفكير العلمي-سلسلة كتابك-العدد 4- دار المعارف-مصر.

9- عباس محمود العقاد 1961: الإنسان في القرآن-كتاب الهلال-ا لعدد 126- ار الهلال-القاهرة.

10- عبد الرحمن بدوي, 1978: أبحاث المستشرقين في تاريخ العلوم عند العرب-العدد الأول-المجلد التاسع-عالم الفكر-الكويت.

11- عبد العظيم أنيس, 1967: العلم والحضارة-الحضارات القديمة واليونانية-وزارة الثقافة-مصر.

12- عز الدين فريد ومحمد نصر 1957: جغرافية المعادن والقوى-مكتبة ا لنهضة-القاهرة.

13- عزة مريدن, 1961: فضل العرب على الإنسانية في الميادين العلمية-المجلس الأعلى للعلوم-دمشق.

14- عبد المنعم أبو بكر وآخرين، 1958: حضارة مصر والشرق القديم-القاهرة.

15- فردريك لاهي (ترجمة فتح الله عوض وآخرين) 1961: جيولوجيا الحقل-موئسة فرانكلين-مصر.

16- قدري حافظ طوقان، 1956: العلوم عند العرب-مطبوعات الألف كتاب-العدد 4- وزارة التربية والتعليم-مصر.

17- محمد سميح عافية وأحمد عمران، مراجعة الدكتور محمد صفي الدين أبو العز-1977: تنمية الموارد المعدنية في الوطن العربي-معهد البحوث والدراسات العربية-جامعة الدول العربية-القاهرة.

18- محمد رضا مدور 1968: النظريات الحديثة في نشوء الكون-محاضرات الموسم الثقافي 67-68 لجامعة القاهرة-مصر.

19- محمد عبد الهادي, 1977: عيون تكشف المجهول-الاستشعار من البعد، سلسلة كتابك، العدد 14 م-دار المعارف-مصر.

20- محمد فتحي عوض الله،, 1967: قصة الحديد في مصر-دار الكاتب العربي-القاهرة.

21- عمد فتحي عوض الله، 1968 : قصة الفحم في مصر-دار الكاتب العربي-القاهرة.
22- محمد فتحي عوض الله, 1969 : المصادر الطبيعية للطاقة والسعار العالمي-دار الكاتب العربي-القاهرة.
23- محمد فتحي عوض الله, 1971 : أبو سمبل بين الصخر والإنسان-دار المعارف-مصر.
24- محمد فتحي عوض الله, 1973 : الفضاء والشهب-الهيئة العامة للكتاب-مصر.
25- محمد فتحي عوض الله, 1978 : الماء-الهيئة العامة للكتاب-مصر.
26- محمد فهيم 1963 : ثروتنا المعدنية-المكتبة الثقافية-العدد 94 وزارة ا لثقافة-مصر.
27- محمد مفيد الشوباشي، 1961 : العرب والحضارة الأوربية-المكتبة ا لثقافية، العدد 43- وزارة الثقافة-مصر.
28- مصطفى عبد العزيز (محرر علمي), 1978 : الإنسان والبيئة-المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم-القاهرة.
29- محمد يوسف حسن وسمير عوض, 1974 : الثروة المعدنية في العالم العربي-القاهرة.
30- محمد يوسف حسن ومحمود بسيوني خفاجي, 1974 : أحمد بن يوسف التيفاشي-مجلة رسالة العلم-المجلد 41- العدد 4- مصر.
31- ول ديورانت (مترجم)، 1958 : قصة الحضارة-جزء 3- لجنة التأليف والترجمة والنشر-مصر.
32- هامرتن، ج. أ. (مترجم) 1948 : تاريخ العالم-إدارة الترجمة-مصر.
33- هنري توماس (ترجمة سعد زغلول): قادة العلوم وتراجم حياتهم-مطبوعات الألف كتاب-العدد 297- إدارة الثقافة-مصر.

مراجع أجنبية

- Bateman. A.M. (1950): Economic Mineral Deposits. Willev & Sons. N.Y.

- 2- Boky. B. (1967): Mining. Mir publishers. Moscow.

- 3- Bresler. J.B.(l966):Human Ecologv.Addison Weslv Pub.Co.Jnc

- 4- Donald. B. (1965): Primitive Man. London.

- 5 _Dorokhin. IV. et a!. (1969): Economic Mineral Deposits.

- 6- Jones, W.R. (1963): Minerals in Industry. Peng. Book.

- 7- Harlow Shapley et al. (1943): A treasury of Science. Harp. & Brothers. N.Y.

- 8- Kotb, H., Ghaly. E., & Awadallàh, M. Fathi (1965): Chemical studies on Ayun Musa Coal. Sinai. Geol. Surv. Egypt.

- 9 _Kraus, E.H. & Salwson. C.B. (1974): Gems and Gem Materials Mc Graw-H ill. N.Y.

- 10- Kun,V.(1965): The Mineral Resources of Africa. El Sevier Pub.Co

- 11- Laddo. R. & Myers. W. (1951): Non-Metallic Minerals. Mc Graw-H ill Co. N.Y.

- 12- Popov,G.(1971): The Working of Mineral Deposits. Mir Pub. Co

- 13- Van Royen. W. & Bowels, (1952): The Mineral Resources of the world, Prent. Hall. Inc. N.Y.

- 14_Voskul. W. (1915): Minerals in World Industry. McGraw Hill. N.Y.

- 15_Awadalah. M. Fathi (1972): Petrochemical and geochemical studies of Gabal Dokhan Volcanics,

E.D. Egypt, M.Sc., Cairo Univ.

- 16- Awadallah, M. Fathi. (1977): Petrochemical and Geochemical studies on some young volcanics. C.E.D. Egypt. Ph.D.. Cairo Univ.

- 17- Awadallah. M. Fathi. and Kamel, 0., (1978): Petroh. and Geochem.Studies on Gabat Kadabora-Gabal El Dob granites E.D. E!vnt. Geol. Journ.. Cairo.

المؤلف في سطور:

د. محمد فتحي عوض الله

* ولد في قرية من قرى مركز كفر شكر-محافظة القليوبية-مصر.

* حصل على بكالوريوس العلوم والدبلوم العالي والماجستير والدكتوراه في الجيولوجيا من كلية العلوم-جامعة القاهرة.

* عمل بالمساحة الجيولوجية المصرية حتى صار مديرا للاستكشاف بها. ثم التحق عضوا بهيئة تدريس جامعة الزقازيق.

* أصدر 15 مؤلفا علميا منشورا باللغة العربية وعشرة أبحاث علمية متخصصة منشورة باللغة الإنجليزية. وترجم العديد من الأفلام والكتب العلمية إلى ا لعربية.

* يشرف ويشترك في تحرير مجلة الثقافة البيئية. وسكرتير تحرير نشرة تطوير تدريس العلوم والرياضيات الصادرتين عن المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.

* عضو الجمعية الجيولوجية المصرية، والمجمع المصري للثقافة العلمية، ومجلس شئون البحث العلمي باتحاد الجمهوريات العربية.



قضايا أفريقية

تأليف:

د. محمد عبدالغني سعودي